Chem. 278 c Scherzer, J.,

Lehrbuch

der

Militär-Chemie,

als

Leitfaden

für die Vorlesungen im k. k. Bombardier-Corps,

von

Joseph Scherzer,

Oberlieutenant und Lehrer der Physik und Chemie im k. k. Bombardier-Corps.

Mit 5 lithographirten Tafeln.

Wien, 1845.

Auf Kosten des Verfassers gedruckt bei J. P. Sollinger.

138. D.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Seiner kaiserlichen königlichen Hoheit

dem allerdurchlauchtigsten

Herrn Herrn

Erzherzog Ludwig,

kaiserlichen Prinzen und Erzherzoge von Oesterreich, königlichen Prinzen von Ungarn und Böhmen 2c. 2c., k. k. General-Feldzeugmeister, General-Artillerie-Director 2c. 2c.

in tiefster Ehrfurcht gewidmet

von dem Verfasser.

Euere kaiserliche Hoheit!

Durch die Begründung einer Lehranstalt der Physik und Chemie an der höheren Bildungsschule der k. k. Artillerie haben **Euere kaiserliche Hoheit** auf die fruchtbringendste Weise gezeigt, wie unentbehrlich die Pflege dieser Wissenschaften für den Artilleriedienst und die wahren Fortschritte des Geschützwesens geworden ist.

Die Ueberzeugung hievon ist seither in dem ganzen durch **Euerer kaiserlichen Hoheit** Oberbefehl beglückten Artil-

lerie-Corps eben so allgemein, als das Dankgefühl aller der höhern Ausbildung für ihren Dienst Beflissenen, die sich hiedurch der ersehnten Gelegenheit erfreuen, in eine durch die neueren Fortschritte zu einer früher kaum geahnten Wichtigkeit erhobenen Wissenschaft einzudringen. Die gleiche Empfindung glaubte der unterthänigst Gefertigte auf keine **Euerer kaiserlichen Hoheit** wohlgefälligere Weise an den Tag legen zu können, als indem er den Versuch wagte, in diesem Buche den sich dem Studium der Chemie widmenden Waffengenossen

einen Leitfaden zu übergeben, der sie, nach seiner mehrjährigen Erfahrung als Lehrer dieser Wissenschaft, mit Rücksicht auf die specielle Forderung ihres Dienstes am sichersten zum Ziele führen dürfte.

Für die nachsichtsvolle Huld, mit welcher **Euere kaiserliche Hoheit** allergnädigst geruhet haben, diese Arbeit der Auszeichnung zu würdigen, ihr als glänzendsten Schmuck und werthvollste Empfehlung den höchsten Namen **Euerer**

kaiserlichen Hoheit vorsetzen zu dürfen, bittet der unterthänigst Gefertigte, den Ausdruck seiner tiefst empfundenen Dankbarkeit zu Füßen legen zu dürfen.

Euerer kaiserlichen Hoheit

unterthänigst gehorsamster

Joseph Scherzer,
Oberlieutenant im k. k. Bombardier-Corps.

Vorwort.

In den Schulen des k. k. Bombardier-Corps wurde bisher Dr. B. Scholz's Lehrbuch der Chemie als Leitfaden für die Vorträge über diese Wissenschaft benützt. Da in diesem sehr reichhaltigen Werke, über dessen Brauchbarkeit sich gleich bei seinem Erscheinen alle Stimmen zum Lobe vereiniget hatten, von einer allgemeinen Tendenz ausgegangen wird, in Folge deren jede auf chemische Lehre sich gründende Anwendung und dieses mit gleicher Würdigung behandelt werden mußte, so war der Lehrer der Chemie in dem genannten Corps gezwungen, mehr als die Hälfte des Inhaltes desselben, als dem eigentlichen Zwecke dieser Lehranstalt fremd, hinwegzulassen, hingegen Vieles, das in demselben nur wenig berührt, aber in näherer Beziehung zur Militärtechnik stehet, mit größerer Ausführlichkeit zu behandeln und die nöthigen Zusätze hierüber einzuschalten, wozu noch diejenigen Abänderungen kamen, welche vermöge des Fortschreitens der Wissenschaft nothwendig geworden waren. Hiedurch wurde das Studium der Chemie den ohnedieß mehrfach beschäftigten Schülern in großem Maße erschwert und der Mangel eines dem Zwecke der Lehranstalt entsprechenden Leitfadens immer fühlbarer, was den Gefertigten, als den hiebei angestellten Lehrer, endlich zur Ausarbeitung des vorliegenden Werkes bewog.

Der Verfasser suchte hierin die allgemeinen Lehren der Chemie als die Grundlage eines jeden Zweiges ihrer Anwendung mit steter Beziehung auf jene Erscheinungen und technischen Ausführungen zusammenzustellen, welche in dem Kreise militärischen Wirkens von Wichtigkeit sind, ohne jedoch alles dasjenige, was zwar dem durch den Titel des Werkes ausgesprochenen Zwecke entfernter stehet, aber von näherem wissenschaftlichem Interesse, oder größerem Einflusse für das gewöhnliche Leben ist, gänzlich mit Stillschweigen zu übergehen. Die Lehren über Materie und Körper, Aggregationszustände, Imponderabilien dagegen wurden hiebei als bekannt vorausgesetzt, da Physik denjenigen Schülern, für welche dieses Werk zunächst bestimmt ist, in einem eigenen vorausgehenden Lehrcurse vorgetragen wird.

Was in den Lehrbüchern der Chemie von Berzelius, Dumas, Graham, Mitscherlich, Schubarth u. a. m., in den technologischen Werken von Prechtl, Hartmann, in den militärisch-technischen Abhandlungen von Hauptmann M. Meyer, so wie in besonderen Instructionen für seinen Zweck Wählbares enthalten ist, war der Verfasser in einer, mit der Wichtigkeit des Stoffes gleichen Schritt haltenden Ausführlichkeit zusammenzustellen bemüht. Wenn beinahe nirgends die benützten Quellen genannt sind, so wird das eben Gesagte, verbunden mit der Erklärung, daß man in dem Werke nichts Neues, nichts von dem Verfasser Erfundenes suchen dürfe, denselben vor dem Vorwurfe bewahren, daß er in dem Glanze eines fremden Lichtes zu erscheinen beabsichtigte. Dasselbe gilt von den beigefügten Tafeln, deren Zeichnungen zum großen Theile den vorhingenannten Werken entnommen wurden.

Die Anlage des Buches ist aus dem Inhaltsverzeichnisse zu entnehmen. Wenn an einigen Orten ein Abgehen von der gewöhnlichen Ordnung vorkommt, wie es z. B. mit den isolirt hingestellten Artikeln Salpeter, Schießpulver u. s. w., oder mit der Ordnung der schweren Metalle und besonders mit der an das Ende derselben versetzten Abhandlung des Eisens der Fall ist, so geschah es nur, um die Uebersicht und den Zusammenhang der einfachen Stoffe und ihrer Verbindungen durch Einschaltung von ihrer Wichtigkeit wegen so ausgedehnten Gegenständen nicht zu stören.

Durchdrungen von dem Glauben, daß nur durch wissenschaftliche Begründung klare Einsicht in die verschiedenen Verfahrungsweisen der Praxis gebracht und Sicherheit des Erfolges verbürgt werde, daß dieselbe aber nur auf dem Wege einer zweckmäßigen Schulbildung erlangt werden könne, wird der Verfasser sich reich belohnt finden, wenn er so glücklich war, durch die Wahl des Materiales und seine Darstellungsweise zu dieser Ausbildung Einiges beigetragen und hiedurch das Vertrauen der hohen General-Artillerie-Direction gerechtfertiget zu haben, welche dieses Werk als Leitfaden für die Vorlesungen der Chemie im k. k. Bombardier-Corps huldreichst anzunehmen geruhte.

Schließlich ergreift der Verfasser die Gelegenheit, jenen Herren, die ihn auf irgend eine Weise in der Ausarbeitung seines Werkes zu unterstützen die Güte hatten, seinen verbindlichsten Dank hiemit öffentlich auszusprechen.

Der Verfasser.

Inhalt.

Unorganische Chemie.

A. Einleitung.

B. Nichtmetallische Grundstoffe.

C. Metalle.

Leichte Metalle
oder
Metalle der Alkalien und Erden.

Anhang zur Klasse der leichten Verbindungen.

Schwere Metalle.

Anmerkung. Die Angaben der Temperaturen sind, wenn es nicht besonders bemerkt wird, nach Réaumur's Scala. — Die im Texte vorkommenden Zahlen beziehen sich auf Paragraphe.

Lehrbuch

der

Militär-Chemie.

Einleitung.

Chemie ist die Lehre von denjenigen Erscheinungen in der Natur, welche sich bei der gegenseitigen Einwirkung der verschiedenen Körper als materielle Veränderungen darstellen. Sie beschäftiget sich daher mit den verschiedenen Arten der Materie, den einfachen sowohl, als den zusammengesetzten Stoffen, welche aus ersteren, als der Grundlage aller in der Natur vorkommenden Verbindungen hervorgehen; sie handelt ferner von den Ursachen, welche der gegenseitigen Einwirkung der verschiedenen Stoffe zu Grunde liegen, und von den Gesetzen, welche hiebei befolgt werden, endlich von den Erfolgen dieser Einwirkung und den Mitteln, wodurch entweder einfache Stoffe sich zu neuen, zusammengesetzten verbinden (Synthesis), oder erstere aus letztern wieder ausgeschieden werden (Analysis).

In so ferne die Chemie nur als systematische Darstellung der bekannten chemischen Erscheinungen, und der denselben zu Grunde liegenden Ursachen und Gesetze, eine Stelle unter den übrigen naturwissenschaftlichen Zweigen behauptet, nennt man sie reine Chemie; angewandte hingegen, wenn dieselbe als Hilfswissenschaft andern Zweigen der Naturkunde untergeordnet wird, oder wenn die in derselben aufgestellten Lehren zur Vervollkommnung der Producte des Kunst- und Gewerbfleißes benützt werden. Im letzteren Falle heißt sie insbesondere technische Chemie, und zerfällt in sehr verschiedene Zweige, als: Steinchemie, welche sich mit der Darstellung steinartiger Producte, der Ziegel, Thonwaaren, Kitte u. dgl. beschäftiget, Glaschemie, Salzchemie, Gährungschemie, Probirkunst und Hüttenkunde (Lithurgie, Hyalurgie, Halurgie, Zymotechnie, Dokimasie, Metallurgie), u. s. w. Eben so gehört hieher Phlogurgie, welche sich mit der Gewinnung brennbarer Stoffe, des Schwefels, der Kohlen, des Phosphors, der Pyrophore u. dgl., dann mit dem Ofenbaue und der Brennstofferſparung beschäftiget; ferner Pyrotechnie, welche die Erzeugung des Schießpulvers, sodann die Darstellung aller Arten von Kunstfeuer, sowohl zum Ernstgebrauche im Kriege, als auch zur Lustfeuerwerkerei bei festlichen Gelegenheiten, zum

Gegenstande hat. In dem vorliegenden Werke wurden die Elemente der reinen Chemie vorzugsweise in steter Anwendung auf alle dem Militärleben insbesondere anheimfallenden Erscheinungen und nothwendigen Bedürfnisse vorgetragen; daher auch nur die in dieser Beziehung wissenswerthen Angaben in einer der Wichtigkeit der einzelnen Gegenstände entsprechenden Ausführlichkeit aus den verschiedenen Zweigen der technischen Chemie entlehnt, diejenigen Lehren hingegen, welche weder den durch den Titel angedeuteten Zweck, noch den Zusammenhang des Ganzen unterstützen, in möglichster Kürze berührt, oder ganz übergangen wurden.

Vorbegriffe.

1. Jeder Körper erscheint als ein Aggregat kleinerer Theile; durch Anwendung äußerer Gewalt, mithin auf mechanischem Wege, kann er in diese einzelnen Theile getheilt werden. Zeigen die auf diese Art erhaltenen Theile, Aggregattheile, außer in Gestalt und Größe, keine andere materielle Verschiedenheit unter einander, so nennt man sie gleichartig oder homogen, das Aggregat selbst ein gleichartiges, einen Körper von gleichartiger Masse. Findet hingegen eine Verschiedenheit ihrer materiellen Natur statt, so sind sie ungleichartig, heterogen; in diesem Falle wird das ungleichartige Aggregat insbesondere Gemenge genannt, und dessen Theile Gemengtheile. Die durch hinlänglich weit fortgesetzte Theilung erhaltenen Gemengtheile sind, für sich betrachtet, offenbar homogene Massen. An einem starren Gemenge, wenn es nicht eine bloße Vermengung gepulverter Stoffe ist, haften die in verschiedener Größe vorhandenen Gemengtheile mit ihren Oberflächen durch Adhäsion an einander, und können auch wieder mit verschiedener Leichtigkeit durch Schlagen, Stoßen, Mahlen, Feilen, Schneiden, durch darauf folgendes Ausklauben, Schlemmen u. s. w., von einander getrennt werden, wie es z. B. bei der Aufbereitung der Erze der Fall ist, um sie von der Gangart zu trennen, mit welcher gemengt sie sich auf ihrer Lagerstätte vorfinden. — Besteht das Gemenge aus einem tropfbar flüssigen, und einem in demselben fein vertheilten starren Körper, so erkennt man die Heterogenität an der durch letzteren verursachten Trübung. Der darin fein vertheilte starre Körper setzt sich nach Verhältniß des specifischen Gewichtes des starren und flüssigen Körpers, nach der Feinheit der Vertheilung des ersteren, und dem Flüssigkeitsgrade des letzteren in kürzerer oder längerer Zeit zu Boden, oder scheidet sich an der Oberfläche aus, und kann entweder durch bloßes Decantiren oder Abgießen, oder durch Filtriren, Auspressen u. s. w. getrennt, erhalten werden. — Zwei tropfbare Flüssigkeiten, welche sich nicht zu einem gleichartigen Ganzen zu mischen geneigt sind, lagern sich in der Ruhe nach Verhältniß ihres specifischen Gewichtes schichtenweise über einander. Ersteres

ist zu ersehen an der Tinte, in der durch eine zähflüssige Substanz das Niedersinken des fein vertheilten Körpers so viel möglich verhindert wird, letzteres an einem Gemenge von Weingeist und Steinöhl, an Emulsionen u. s. w.

So wie überhaupt die Heterogenität der Gemengtheile bei zunehmender Feinheit derselben, und bei weiter getriebener Innigkeit der Mengung, selbst mit bewaffnetem Auge nicht mehr entdeckt werden kann, wie z. B. beim Schießpulver, so ist dieses um so weniger an einem Gemenge gasförmiger Körper möglich, wie z. B. an der atmosphärischen Luft, indem die verschiedene materielle Natur der gasförmigen Gemengtheile, auch vor ihrer Vermengung durch sinnliche Wahrnehmung gewöhnlich nicht unterschieden werden kann. Erst die im Folgenden zu gebende Charakteristik wird näheren Aufschluß hierüber geben.

2. Obwohl aus Körpern von homogener Masse auf dem besagten Wege nur homogene Theile, die unter sich, und mit dem Ganzen gleiche materielle Natur zeigen, erhalten werden können, so ist man doch im Stande, die meisten derselben auf einem eigenthümlichen, dem chemischen Wege, in ungleichartige Theile zu zerlegen; so wie umgekehrt diese heterogenen Stoffe auf einem analogen Wege in sehr vielen Fällen zu einem homogenen Ganzen verbunden werden können. Ein solcher Körper heißt ein *chemisch zusammengesetzter Körper*, eine *chemische Verbindung* oder *Mischung*, und die heterogenen Stoffe, woraus er gebildet ist, die *Bestandtheile* desselben. So gibt der Zinnober bei noch so weit getriebener mechanischen Zertheilung doch immer nur Zinnobertheilchen; durch die chemische Zerlegung hingegen findet man jedes derselben zusammengesetzt aus Schwefel und Quecksilber.

Chemisch zusammengesetzte Körper erscheinen unserer Wahrnehmung daher immer als ein Aggregat homogener Theilchen, welche nach Verhältniß der zwischen ihnen wirkenden Attractiv- und Repulsivkraft im starren, tropfbaren oder expansiblen Zustande vorkommen. Die aus der Zusammenwirkung der genannten Kräfte hervorgehende Resultirende ist es, die insbesondere bei starren Körpern *Cohäsion* genannt wird, und welche zugleich, wenn die freie Beweglichkeit der kleinsten Theile deren ungestörte Wirksamkeit zuläßt, die Entstehung der regelmäßigen Gestalten bewirkt, in denen viele Körper in der Natur vorgefunden werden.

Es kann wohl die Cohäsion chemisch zusammengesetzter Körper auf mechanischem Wege durch Zerreiben, Pulvern u. s. w. aufgehoben werden, aber man erhält auf diesem Wege doch nur Theilchen, welche noch immer

körperlich eine mit dem Ganzen homogene Masse darstellen, und in denen noch immer die Cohäsion wirksam gedacht werden muß, da nur unsere Hilfsmittel eine weitere Theilung nicht gestatten. Auch durch Wärme wird diese Cohäsion gemindert, und endlich ganz aufgehoben, in so ferne viele starre Körper in den tropfbaren und endlich in den expansiblen Zustand übergehen, ohne daß auch hier die Gleichartigkeit der Materie gestört ist, z. B. Glas, Zinnober, Wasser u. s. w. Endlich ist man auch häufig im Stande, die Cohäsion eines Körpers durch ein Lösungsmittel aufzuheben, in welchem Falle derselbe die Form des Mittels unter Beibehaltung der Gleichartigkeit der ganzen Masse annimmt, wie es z. B. Auflösungen von Salzen in Wasser, von Harzen in Weingeist u. s. w. zeigen.

3. Wenn ein Körper bei der chemischen Zerlegung, Analyse, wie diese Operation der chemischen Theilung genannt wird, Bestandtheile liefert, die selbst wieder zusammengesetzt sind, und die daher neuerdings in heterogene Bestandtheile zerlegt werden können, so unterscheidet man die zuerst erhaltenen als nähere, und die aus diesen entspringenden, als entferntere Bestandtheile. So ist die Zusammensetzung des Salpeters folgende:

Salpeter	Salpetersäure	Stickstoff
		Sauerstoff
	Kali	Kalium
		Sauerstoff.

Hier sind Salpetersäure und Kali die näheren, Stickstoff, Sauerstoff und Kalium die entfernteren Bestandtheile.

Es ist klar, daß man bei fortschreitender Zerlegung von den näheren zu den entfernteren Bestandtheilen endlich auf solche Stoffe kommen muß, welche nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft jeder weiteren Zerlegung widerstehen, und daher unzerlegte Stoffe, einfache Stoffe, Grundstoffe, Elemente genannt werden, ohne damit aussprechen zu wollen, daß sie absolut unzerlegbar sind. Man kennt gegenwärtig 56 einfache Stoffe. Alle übrigen in der Natur vorkommenden Körper, in so weit sie ein Gegenstand chemischer Untersuchung geworden sind, zeigen sich, so mannigfaltig dieselben auch erscheinen, aus diesen wenigen Stoffen zusammengesetzt.

Die nachstehende Tafel enthält die Namen der als einfach anerkannten Stoffe, nebst der gebräuchlichen Bezeichnung, worüber, so wie über die beigesetzten Zahlen das Nähere in der Lehre der bestimmten Quantitäts-Verhältnisse folgen wird.

Sauerstoff, Oxygenium	O	10.	Quecksilber, Hydrargyrum	Hg	126.58
Schwefel, Sulfur	S	20.12	Silber, Argentum	Ag	135.16
Stickstoff, Azot, Nitrogenium	N	8.85	Kupfer, Cuprum	Cu	39.57
Fluor	F	11.69	Uran	U	75.00
Chlor	Cl	22.13	Wismuth, Bismuthum	Bi	88.69
Brom	Br	48.91	Zinn, Stannum	Sn	73.53
Jod	J	78.97	Blei, Plumbum	Pb	129.45
Selen	Se	49.46	Cadmium	Cd	69.68
Phosphor	P	19.61	Cobalt	Co	36.90
Arsen	As	47.00	Nickel	Ni	36.97
Chrom	Cr	35.18	Eisen, Ferrum	Fe	33.92
Vanadium	V	85.58	Zink	Zn	40.32
Molybdän	Mo	59.85	Mangan	Mn	34.59
Wolfram	Wo	118.30	Cerium	Ce	
Bor	B	13.62	Lanthan	La	
Kohlenstoff, Carbon.	C	7.51	Didym	D	
Antimon, Stibium	Sb	80.64	Thorium	Th	74.49
Tellur	Te	80.18	Zirconium	Zr	42.02
Tantal	Ta	115.37	Aluminium	Al	17.12
Titan	Ti	30.37	Yttrium	Y	40.25
Kiesel, Silicium	Si	27.73	Beryllium	Be	33.13
Wasserstoff, Hydrogenium	H	0.624	Magnesium	Mg	15.84
Gold, Aurum	Au	124.30	Calcium	Ca	25.60
Osmium	Os	124.45	Strontium	Sr	54.73
Iridium	Ir	123.35	Barium	Ba	85.69
Platin	Pt	123.35	Lithium	Li	8.04
Rhodium	Rh	65.14	Natrium	Na	29.09
Palladium	Pd	66.59	Kalium	K	48.99

Das in Berzelius Chemie, 5. Auflage, 1843, als neu entdeckter Stoff angeführte Ozon ist, als noch problematisch, hier nicht aufgenommen worden.

4. Diejenige Naturkraft, vermöge welcher heterogene Körper zu einem neuen durchaus homogenen Ganzen sich vereinigen, nennt man chemische Verwandtschaft, Affinität.

Die Affinität gehört zwar in die Reihe der attractiven Kräfte, sie ist jedoch nicht das Bestreben, entfernte Körper einander näher zu bringen,

wie Gravitation und Schwere, sondern sie zeigt sich erst wirksam, wenn die Körper unmittelbar in Berührung gebracht werden. Aber auch mit der Cohäsions- und Adhäsionskraft, welche ebenfalls nur unter dieser Bedingniß ihre Wirksamkeit äußern, ist Affinität nicht identisch. — So hat Cohäsion mit Affinität wohl das gemein, daß beide zwischen den kleinsten Theilchen eines Körpers wirken, aber durch erstere werden nur die gleichartigen Theilchen eines und desselben Körpers zu einem Ganzen zusammengehalten, durch letztere die Theilchen ungleichartiger Körper. Das Resultat der ersteren kann auf mechanischem Wege wieder getrennt werden, das der letzteren aber auf diesem Wege nicht mehr.

Der Zerkleinerung oder Zertheilung des Zinnobers auf mechanischem Wege widersetzt sich die Cohäsion desselben; will man aber Schwefel und Quecksilber als die Bestandtheile des Zinnobers von einander trennen, was nur auf chemischem Wege geschehen kann, so muß die Verwandtschaft dieser beiden Stoffe überwunden werden. So sind Salpetersäure und Kali in jedem kleinsten Theilchen des Salpeters durch Verwandtschaft zusammengehalten, aber erst durch die Wirkung der Cohäsion werden die kleinsten durch Verwandtschaft gebildeten Salpetertheilchen ein größeres Stück oder einen Krystall des Salpeters zu bilden im Stande sein.

Von der Adhäsion, welche nicht nur zwischen gleichartigen, sondern, wie die Affinität, auch zwischen ungleichartigen Körpern wirksam ist, unterscheidet sie sich jedoch darin, daß durch erstere die ungleichartigen Körper ohne Veränderung ihrer materiellen Natur nur an den Oberflächen an einander haften, und ein ungleichartiges Ganze, mechanisches Aggregat, bilden, an dem die einzelnen Gemengtheile in den meisten Fällen zu erkennen sind; wogegen durch die Wirkung der Affinität die heterogenen Stoffe ihre Eigenschaften gänzlich einbüßen, und einen neuen, durchaus gleichartigen Körper bilden.

Endlich unterscheidet sich die Verwandtschaft von der Cohäsion und Adhäsion auch noch dadurch, daß deren Erfolg nur in bestimmten Verhältnissen der Quantität der Bestandtheile statt finden kann, während durch Adhäsion und Cohäsion keine solche Grenze gesetzt ist, denn selbst ein homogener Körper, z. B. ein Krystall, kann durch Hinzutreten neuer Theilchen vergrößert werden.

5. Ein durch chemische Verwandtschaft erzeugter Körper ist daher besonders an der Qualitäts-Veränderung kenntlich, welche seine Bestandtheile erlitten haben. Der durch den chemischen Proceß, d. i. durch den Act der Verwandtschaftsäußerung hervortretende neue Körper zeigt

Eigenschaften, die von denen der Bestandtheile abweichen, und aus der innigsten Mengung der feinsten auf mechanischem Wege darstellbaren Theilchen sich nicht herleiten lassen; z. B. der expansible Zustand des salzsauren Gases und des Ammoniakgases, so wie deren heftige Einwirkung auf die Geruchsorgane, geht in ihrer Verbindung zu Salmiak, einem starren Körper, verloren, eben so die tropfbare Form des Wassers in seiner Verbindung mit Kalk. Die ätzende Eigenschaft des Kali und der Salpetersäure ist in ihrer Verbindung zu Salpeter durchaus nicht mehr zu finden. Kohle und Schwefel, beide starr und geruchlos, geben eine farblose Flüssigkeit von durchdringendem Geruche. Schwefel und Quecksilber sind im Zinnober selbst mit dem bewaffneten Auge nicht mehr zu erkennen. Das specifische Gewicht der Metall-Legirungen läßt sich aus dem der Bestandtheile nicht durch Rechnung bestimmen u. s. w.

Hieraus läßt sich nun entnehmen, ob eine Verbindung heterogener Körper als mechanisches Aggregat, oder als ein chemisch zusammengesetzter Körper anzusehen sei, wenn sich wegen Feinheit der Theile, weder durch den Gesichtssinn, noch durch irgend ein mechanisches Mittel die Heterogenität der Theile mehr nachweisen läßt, wie es vorzüglich bei der Verbindung von Gasen der Fall ist; z. B. atmosphärische Luft ist ein Gemenge aus Stickstoffgas und Sauerstoffgas. Man findet an ihr alle Eigenschaften, welche aus denen der Gemengtheile in Berücksichtigung ihrer Quantität sich vorhersagen, und an einem danach erzeugten künstlichen Gemenge beobachten lassen; das sogenannte Stickstoffoxydulgas hingegen ist eine chemische Verbindung derselben zwei Stoffe, da es Eigenschaften zeigt, die weder an dem einen, noch an dem anderen Bestandtheile gefunden werden, als einen süßlichen Geschmack, eine eigenthümliche Wirkung auf den thierischen Körper, die Fähigkeit in großer Menge vom Wasser absorbirt zu werden u. s. w.

6. Das zweite wichtige und unumstößliche Merkmal eines chemisch zusammengesetzten Körpers ist das bestimmte und unveränderliche Quantitäts-Verhältniß, in welchem die Bestandtheile zu seiner Bildung zusammengetreten sind. Wasser, es mag auf was immer für eine Art gebildet worden sein, zeigt sich jederzeit aus 88.97 Gewichtstheilen Sauerstoff und 11.13 Theilen Wasserstoff zusammengesetzt. 67.7 Theile Salpetersäure können nur mit 60 Theilen Kali Salpeter darstellen; jeder Ueberschuß des einen oder anderen Bestandtheiles tritt niemals in die Verbindung, sondern er würde höchstens mit dem im bestimmten Verhältnisse gebildeten Körper gemengt bleiben.

Ein chemisch zusammengesetzter Körper ist dem zu Folge nach dynamischer Ansicht, welche eine unendliche Theilbarkeit der Materie zuläßt, eine gänzliche Durchdringung heterogener Stoffe im bestimmten Verhältnisse der Quantitäten; daher der Materie Undurchdringlichkeit nur in physischer, nicht in chemischer Beziehung zugeschrieben werden kann. Nach der Ansicht der Atomiker hingegen, welche der Theilbarkeit der Materie Grenzen gesetzt denken, und dieselbe aus kleinen untheilbaren Partikeln, Atomen, bestehen lassen, ist eine chemische Verbindung, eine Nebeneinanderlagerung, Juxtaposition, der Atome der verschiedenen Körper in gewisser Zahl eines jeden, wodurch ein zusammengesetztes Atom, das Atom des neuen Körpers gebildet wird, welches nun in Folge der inwohnenden Verwandtschaft mechanisch eben so untheilbar ist, als das elementare Atom; eine Vorstellungsart, welche gegenwärtig bei der Mehrzahl der Chemiker Eingang gefunden hat.

7. Es zeigt zwar jeder einfache Körper Verwandtschaft zu anderen einfachen Stoffen, jedoch in sehr verschiedenen Abstufungen der Stärke. Daher wird es auch begreiflich, daß dieselbe, besonders wenn noch störende Umstände darauf Einfluß haben, am Ende unserer Wahrnehmung entgeht, mithin als gar nicht vorhanden betrachtet werden kann. So findet sich der Wasserstoff weder in der Natur mit allen anderen Stoffen in Verbindung, noch ist es durch die Kunst möglich, Verbindungen desselben mit allen übrigen darzustellen. Stickstoff geht nur mit sehr wenigen Stoffen in eine Zusammensetzung ein.

Auch die zusammengesetzten Körper zeigen Verwandtschaft zu einander; diese Verwandtschaft aber wird mit den höheren Stufen der Zusammensetzung immer kleiner, so daß endlich ein Nebeneinanderbestehen der verschiedenartigen Körper in der Berührung, ohne fernere gegenseitige Einwirkung, möglich wird.

Eine weitere Folge dieser verschiedenen Verwandtschafts = Intensität ist, daß schon bestehende Verbindungen durch das Hinzutreten eines anderen Körpers getrennt werden können. So wird die Verbindung AB durch C getrennt, wenn die Verwandtschaft von C zu A größer ist, als die schon bestehende zwischen A und B. Der Erfolg ist sodann die Ausscheidung von B und die Verbindung AC. Trennungen sind demnach der attractiven Aeußerung der Verwandtschaft nicht widersprechend, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte, sondern sie sind, wie in diesem Falle, nur das gleichzeitige Resultat einer durch größere Verwandtschafts = Intensität bewirkten Verbindung.

8. Als eine besondere Art von Verbindungen reihen sich hiernächst die Auflösungen an. Unter Auflösung versteht man diejenige homogene Flüssigkeit, welche aus der gleichförmigen Verbreitung irgend eines starren Stoffes in einer Flüssigkeit entsteht. Man nennt den flüssigen Körper, der den anderen in sich aufnimmt, das Auflösungsmittel, diesen anderen, der, obwohl nicht mit Recht, gleichsam als leidend gegen den ersten, den thätigen, betrachtet wird, den aufzulösenden, aufgelösten Körper; so lösen sich Salze in Wasser auf, Harz in Alkohol, Schwefel in Schwefelkohlenstoff, Zinn in Quecksilber u. s. w.

Es ist bekannt, daß nicht jeder Körper ohne Unterschied in jeder Flüssigkeit auflöslich ist, und daß die Auflösungsfähigkeit irgend einer Flüssigkeit durch einen Sättigungspunkt beschränkt wird; d. h. daß dieselbe von einem starren Körper jede beliebige Menge von der geringsten Quantität bis zu einem gewissen Maximum aufnehmen kann, wobei sie mit diesem Stoffe gesättiget erscheint, daß aber jeder fernere Ueberschuß desselben unaufgelöst bleibt.

Die Menge eines Körpers, welche zur Sättigung irgend einer Flüssigkeit erfordert wird, hängt von der beiderseitigen Natur der Körper, des aufzulösenden und des Lösungsmittels, ab; so sind 8.33 Gewichtstheile vom salpetersauren Baryt im Stande, 100 Theile Wasser zu sättigen, vom Kochsalz aber erst 37 Gewichtstheile; 1 Theil Chlorstrontium braucht zu seiner Auflösung 0.75 Theile von Wasser, vom Alkohol aber 24 Theile u. s. w.

Allein auch bei denselben zwei Stoffen, dem zu lösenden und dem Lösungsmittel, ist der Sättigungspunkt häufig nach der Temperatur verschieden. In den meisten Fällen wird die Auflösungsfähigkeit des Lösungsmittels durch Temperaturs-Erhöhung vermehrt, so daß eine bei einer gewissen Temperatur gesättigte Lösung nicht mehr gesättiget ist, sobald sie eine höhere Temperatur annimmt, und umgekehrt, eine heiß gesättigte Lösung, wenn sie erkaltet, einen Theil des Aufgelösten wieder in starrer Form, oft im krystallisirten Zustande, absetzt. So sind im obigen Beispiele 100 Theile Wasser durch 8.33 Theile salpetersauren Baryt nur bei 12° gesättiget, indem bei 38° dieselbe Menge Wassers 17 Theile, und bei der Siedhitze sogar 35 bis 36 Theile aufzunehmen im Stande ist. Uebrigens gibt es auch Fälle, wo die Wärme die Auflöslichkeit der Körper nicht vermehrt, wie es im obigen Beispiele mit dem Kochsalz der Fall ist, und man findet sogar Stoffe, z. B. Kalk, von denen bei der Siedhitze weniger aufgelöst wird, als bei der mittleren Temperatur.

Zu den Auflösungen rechnet man auch die Mischung oder Vereinigung einer tropfbaren Flüssigkeit mit einer anderen zu einem homogenen, den Charakter beider an sich tragenden Ganzen, wobei jede von ihnen die Rolle des Lösungsmittels und des zu lösenden Stoffes zugleich übernimmt. In diesem Falle erkennt meistens, aber nicht ohne Ausnahme, weder der eine noch der andere ein derlei Maximum an, sondern die Vermischbarkeit ist bezüglich der Quantitäten der beiden Stoffe unbegrenzt, z. B. Wasser und Schwefelsäure, Wasser und Alkohol.

Den genannten Auflösungen analog ist die Einsaugung eines gasförmigen Stoffes von einer tropfbaren Flüssigkeit, was man insbesondere mit dem Namen Absorption belegt, welcher Name jedoch auch die Verschluckung eines Gases von einem porösen festen Körper begreift. Auch die Absorption bietet einen Sättigungspunkt, der abhängig ist von der Natur des absorbirenden Stoffes und des absorbirten Gases, von der Temperatur und dem Drucke, unter welchem letzteres steht. Ein Näheres bei der Absorption der Gase vom Wasser und der Kohle.

9. Alle Naturkörper werden in zwei große Klassen abgetheilt, in die der organischen und unorganischen, wonach auch die Untersuchung derselben in zwei große Abtheilungen zerfällt.

In der unorganischen Natur finden sich die als Elemente anerkannten Stoffe alle vor, sehr selten jedoch im freien isolirten Zustande, sondern meistens in chemischen Zusammensetzungen eines mehr oder minder hohen Grades, aus welchen Verbindungen sodann weiter, in Folge von Adhäsions-Wirkung, verschiedene mechanische Aggregate gebildet sind, welche die Rinde unseres Erdkörpers ausmachen, dessen innere Beschaffenheit gänzlich unbekannt ist. Viele darunter kommen so selten vor, daß es schwer hält, hinlängliche Mengen zur Untersuchung zu erhalten, daher sie auch von technischer Anwendung gänzlich ausgeschlossen sind. In der unorganischen Natur hingegen findet man eine sehr beschränkte Zahl dieser Elementar-Stoffe, welche nur durch die sehr verschiedenen Quantitäts-Verhältnisse, in denen sie durch den Einfluß der Lebenskraft in Verbindung treten, jene große Mannigfaltigkeit, welche in diesem Reiche beobachtet wird, hervorbringen.

Unorganische Chemie.

A. Einleitung.

1. Klassifikation chemischer Verbindungen und Nomenclatur derselben.

10. In der unorganischen Natur ist, mit wenig Ausnahmen, die binäre Form der Verbindung die herrschende, und zwar nur zwischen Körpern derselben Ordnung, d. h. zwei einfache Körper treten in eine Verbindung der ersten Ordnung, zwei Körper der ersten Ordnung geben mit einander verbunden, einen Körper der zweiten Ordnung u. s. w. Die Verwandtschaft ist für die Mehrzahl dieser Fälle zwischen den einfachen Körpern am größten, auch zwischen denen der ersten Ordnung meistens noch sehr groß; auf den folgenden Stufen aber nimmt sie so bedeutend ab, daß nur bei weitem weniger Körper der dritten Ordnung gekannt sind. Zwischen diesen ist dann die Verwandtschaft meistens zu schwach, als daß sie bei den schnellen und gestörten Operationen in unseren Laboratorien bemerkt werden könnte; sie offenbart sich gewöhnlich nur in denjenigen Verbindungen, Mineralien, welche sich während der langsamen Veränderungen, welche unsere Erde erlitt, gebildet hatten.

Wenn sich auch in einem zusammengesetzten Körper drei Grundstoffe nachweisen lassen, so ist er doch auf die genannte binäre Art zusammengesetzt. So sind Sauerstoff, Stickstoff und Kalium die Elemente des Salpeters. Zerlegt oder setzt man denselben zusammen, so zeigt er sich doch als eine Verbindung von Salpetersäure und Kali, welche beide wieder als binäre Verbindungen erkannt sind.

Uebrigens gibt es auch Fälle, wo ein binär zusammengesetzter Körper der ersten Ordnung mit einem einfachen Körper in Verbindung tritt. So verbindet sich das aus Kohlenstoff und Stickstoff zusammengesetzte Cyan, ganz so wie ein einfacher Körper, mit dem Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel u. s. w.

11. Die Körper wirken unter den im Vorhergehenden genannten Umständen mit desto größerer Verwandtschaftskraft auf einander, und geben ein in seinen Eigenschaften desto mehr von denen der Bestandtheile abweichendes Product, je heterogener sie in ihrer chemischen Natur sind. Um den Gegensatz, welchen zwei in Verbindung tretende Körper bilden, und welchen man in Folge dieses Binaritäts-Gesetzes anzunehmen berechtigt ist, näher zu bezeichnen, benennt man den einen der beiden in Verbindung tretenden Körper positiv, den anderen negativ. Die ganze Reihe der Elementar-Stoffe ist demnach so geordnet, daß sie mit dem negativen Sauerstoffe anfängt, und mit dem positiven Kalium endet; zwischen diesen beiden Stoffen sind die übrigen so eingereiht, daß sie desto weiter von einander abstehen, je größer ihre chemische Differenz ist. Jeder einzelne Stoff verhält sich auf diese Art positiv gegen seinen vorhergehenden, und negativ gegen den nachfolgenden. Die Ordnung, in welcher die einfachen Körper in dieser Beziehung auf einander folgen, ist diejenige, welche in der oben aufgestellten Tabelle beobachtet wurde, jedoch nur eine beiläufige, da der chemische Charakter mancher Glieder, besonders der mittleren, nicht so deutlich hervortritt, und daher ihre relative Stellung noch als unsicher angesehen werden muß.

12. Die einfachen Stoffe zerfallen, einer von Alters her gebräuchlichen Eintheilung zu Folge, in Metalle und Nichtmetalle. Man ist jedoch nicht im Stande, die Grenzen zwischen diesen beiden Hauptklassen strenge zu ziehen, und es ist für einige Elemente unentschieden, zu welcher der beiden Klassen sie zu zählen sind. Dieses gilt insbesondere für das Selen und Arsen, wovon ersteres den nichtmetallischen Schwefel mit dem metallischen Tellur verknüpft, letzteres, das Arsen, den Uebergang zwischen dem nichtmetallischen Phosphor und dem metallischen Antimon bildet. In der vorliegenden Abhandlung werden folgende 13 Stoffe als Nichtmetalle aufgeführt werden:

Sauerstoff	Schwefel
Wasserstoff	Selen
Stickstoff	Phosphor
Chlor	Bor
Jod	Silicium
Brom	Kohlenstoff.
Fluor	

Die übrigen Elemente bilden die zweite große Hauptklasse, die Metalle. Die Namen der einfachen Stoffe sind von jeder Regel

unabhängig. Sie sind entweder diejenigen, welche sie schon seit der älteren Zeit im gewöhnlichen Leben führen, z. B. Schwefel, Silber, Blei u. s. w., oder sie sind, wie es bei den in der neueren Zeit entdeckten Elementen der Fall ist, Benennungen, welche sich auf irgend einen bemerkenswerthen Umstand aus der Geschichte ihrer Entdeckung, oder auf irgend eine bei ihrer ersten Darstellung besonders hervortretende Eigenschaft, oder auf den schon länger gebrauchten Namen einer nächst höheren aus früherer Zeit gekannten Verbindung, beziehen, z. B. Selen, Chlor, Kalium.

13. Verbindungen der ersten Ordnung entstehen aus der Vereinigung von Elementar-Stoffen.

Die Namen für die Verbindungen dieser Ordnung wurden nach chemischer Nomenclatur so eingerichtet, daß daraus die Zusammensetzung und zugleich die Ordnung, wohin die Verbindung gehört, so wie auch sonstige Charaktere derselben entnommen werden können. Sie sind daher immer ein zusammengesetzter Ausdruck aus den beiden Namen der Bestandtheile, worin der Name des einen Bestandtheiles, häufig der lateinische Name des negativen Körpers, als Gattungswort, und der des anderen als näher bezeichnendes Bestimmungswort vorkommt; z. B. Stickstoffoxyd, Goldchlorid, Kaliumsulfurid. Insbesondere gilt Folgendes:

14. A. Die Verbindungen des Sauerstoffes (Oxygens) mit allen anderen Körpern heißen oxydirte Körper, Oxyde (im weitesten Sinne). Durch Vorsetzung des Namens des positiven Stoffes, der auch Radical der Verbindung genannt wird, ist sodann die Verbindung genau bestimmt, z. B. Wasserstoffoxyd, Silberoxyd, Kohlenstoffoxyd u. s. w. Da aber die oxydirten Körper selbst von sehr verschiedenem Charakter sein können, so ist folgende Eintheilung und Benennung für dieselben eingeführt.

a. Die wichtigsten Verbindungen der nichtmetallischen Stoffe mit dem Sauerstoffe heißen Säuren, und dieses Wort „Säure" wird dem Namen des Radicals angehängt, z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure. Diese Verbindungen sind meistens durch einen sauren Geschmack und durch die Eigenschaft, die Lackmustinctur roth zu färben, ausgezeichnet. Da aber, um diese Wirkungen hervorzubringen, Auflöslichkeit für die Säure vorausgesetzt wird, diese Eigenschaft aber mancher, wie z. B. der Kiessäure fehlt, so bleibt als eigentliche Charakteristik derselben nur das negative Verhalten, welches sie bei ihrer weiteren Zusammensetzung zu Körpern zweiter Ordnung zeigen, daher sie auch aus diesen letzteren bei der Elektrolysirung jederzeit am positiven Pole ausgeschieden werden.

Da aber einige der nichtmetallischen Radicale durch Aufnahme verschiedener Quantitäten von Sauerstoff zweierlei Säuren zu bilden im Stande sind, so unterscheidet man jene, wo die geringere Menge des Sauerstoffes enthalten ist, durch Umstaltung des Namens des Radicals in ein Beiwort; daher hat man nebst der Schwefelsäure, Kohlensäure (Kohlenstoffsäure), Phosphorsäure, auch eine schweflige, kohlige, phosphorige Säure. Sind noch mehr als zwei Säuren vorhanden von demselben Radicale, so hilft man sich durch die Vorsilben über oder unter, je nachdem die später entdeckte Säure einen größeren oder kleineren Gehalt an Sauerstoff gegen die nächste, länger gekannte, enthält. Daher hat man eine unterchlorige, chlorige, Chlor- und Ueberchlorsäure, eben so wie eine unterschweflige, schweflige, Unterschwefel- und Schwefelsäure. — Es ist aber auch der Fall, daß die Verbindung eines nichtmetallischen Stoffes mit dem Sauerstoffe wegen zu geringer Menge des letzteren die Eigenschaften einer Säure noch nicht erlangt hat, und daß sie überhaupt in keine weitere Verbindung mehr zu treten fähig, indifferent, ist. Eine solche Verbindung nennt man Oxyd, und bei noch kleinerer Menge, Oxydul. So gibt es ein Kohlenoxyd, eben so ein Stickstoffoxydul und Stickstoffoxyd, wonach erst zwei Säuren desselben Stoffes folgen.

b. Die Verbindungen der gegen die nichtmetallischen Stoffe sich meistens positiv verhaltenden Metalle mit dem Sauerstoffe heißen Oxyde, Metalloxyde, z. B. Goldoxyd, Kaliumoxyd. Kann ein Metall in mehreren Quantitäts-Verhältnissen mit dem Sauerstoffe sich verbinden, so unterscheidet man selbe durch Oxyd und Oxydul, z. B. Eisenoxydul und Eisenoxyd. Diese Verbindungen behalten den positiven Charakter ihres Radicals auch für die weitere Zusammensetzung, und man nennt sie in dieser Beziehung Basen, im Gegensatze zu den Säuren, mit denen sie sich zu Körpern der zweiten Ordnung verbinden, und deren saure Eigenschaften sie hierbei vernichten. Auch hier kann die Sauerstoffmenge so klein sein, daß die daraus hervorgehende Verbindung noch nicht als Basis auftreten kann, und überhaupt in keine weitere Zusammensetzung mehr eingeht. In diesem Falle heißt die Verbindung ein Suboxyd, z. B. Bleisuboxyd, Zinnsuboxyd. Nur die Oxyde und Oxydule der metallischen Körper können als Basen in weitere Verbindung treten, nicht die auf gleiche Art benannten Verbindungen mit den nichtmetallischen Körpern, welche mit den Suboxyden der Metalle in eine Klasse zusammenfallen, und daher für weitere Verbindungen indifferent erscheinen. Wird aber umgekehrt, wie es bei einigen Metallen der Fall ist, die Sauerstoffmenge zu groß (größer als im Oxyde),

so verlieren sie wieder den gehabten basischen Charakter, und werden Super- (Hyper-) Oxyde. In diesem Zustande gehen sie ebenfalls in keine weitere Verbindung, außer sie geben einen Theil ihres Sauerstoffes ab, und werden dadurch zu Oxyden, oder sie nehmen noch mehr desselben auf, wodurch sie sich in Säuren umgestalten. So folgt nach dem Manganoxyd, Mangansuperoxyd und Mangansäure; nach dem Chromoxyd gleich eine Chromsäure.

Bisweilen wählt man für die Metalloxyde auch Namen, welche das Verhältniß ihres Sauerstoffgehaltes noch näher bezeichnen sollen. So wird unter Sesquioxyd, Bioxyd diejenige Oxydationsstufe verstanden, wo das Metall $1^1/_2$ oder 2mal so viel Sauerstoff enthält, als im Oxyde.

Nebst diesen nach chemischer Systematik bestimmten rationellen Namen führen viele Verbindungen, dieser und der höheren Ordnungen empirische Namen, die aus der älteren Zeit abstammend, besonders ihrer erleichternden Kürze wegen noch immer allgemein gebraucht werden. So sagt man Wasser statt Wasserstoffoxyd, so sind salpetrige und Salpetersäure die allgemein gebrauchten Namen für die Säuren des Stickstoffes. Eben so haben ferner einige Metalloxyde ihre älteren Namen beibehalten, welche sie führten, ehe ihre Zusammensetzung aus einem metallischen Radicale und Sauerstoff bekannt war, nämlich: Kali, Natron, Lithion, Baryt, Strontian, Kalk, Bittererde oder Magnesia, Alaun- oder Thonerde, Beryllerde u. s. w., und selbst aus diesen Namen bildete man später, als ihre metallischen Grundlagen (neuen Metalle) bekannt wurden, die Benennungen für die meisten derselben, indem man die Silbe um anhängte, nämlich: Kalium, Natronium (Natrium), Lithium, Barium, Strontium, Calcium, Magnesium, Aluminium u. s. w.

15. Ehe zur Benennung der übrigen Verbindungen dieser Ordnung übergegangen wird, muß noch einer Eintheilung der basischen Metalloxyde gedacht werden, welche ebenfalls von den älteren Chemikern herrührend, noch immer beibehalten ist. Diese Eintheilung ist die in Alkalien, Erden und eigentliche Metalloxyde oder Oxyde der schweren Metalle. Alkalien, die von den drei letzten positivsten Metallen abstammenden Oxyde und aus eben dieser Ursache auch die stärksten Basen, sind im Wasser löslich, haben einen laugenhaften Geschmack und ätzende Wirkung auf den thierischen Körper (daher auch kaustische Alkalien genannt). Sie sind schmelzbar, haben die Eigenschaft verschiedene Farben organischen Ursprunges zu ändern, insbesondere die blaue Farbe des durch Säuren gerötheten Lackmus wieder herzustellen, und die Curcumetinctur braun zu färben.

Hieher gehören die Oxyde von Kalium, Natrium und Lithium unter dem Namen Kali, Natron, Lithion.

Den Uebergang von den Alkalien zu den Erden bilden die alkalischen Erden, wozu die Oxyde der nächst vorhergehenden vier Metalle gehören, nämlich Baryt, Strontian, Kalk und Bittererde. Ihrer abnehmenden Löslichkeit wegen zeigen sie die obigen Eigenschaften in bei weitem minderem Grade; für sich sind sie nicht schmelzbar.

Die eigentlichen Erden, wozu die Oxyde der in der oben aufgestellten Reihe vorhergehenden Metalle Aluminium, Beryllium, Zirkonium, Yttrium und Thorium gerechnet werden, unter den Namen Alaun- oder Thonerde, Beryllerde, Zirkonerde, Yttererde und Thorerde, sind unauflöslich im Wasser, daher ohne den obgenannten davon abhängigen Wirkungen, und für sich unschmelzbar. Zwischen diesen und den Oxyden der übrigen schweren Metalle ist sodann kein wesentlicher Unterschied.

Nach dem Gesagten verwandeln sich demnach die nichtmetallischen Elemente durch Aufnahme von Sauerstoff in (indifferente) Oxydule und Oxyde, und weiter in Säuren (ausgedrückt durch den als Bei- oder Hauptwort gebrauchten Namen des Radicals, mit Benützung der Vorsilben über und unter). Die metallischen Stoffe hingegen gehen über in (indifferente) Suboxyde, sodann in (basische) Oxydule und Oxyde (Alkalien, Erden und eigentliche Oxyde), mehrere noch ferner in (indifferente) Superoxyde, und endlich in Säuren. Die einer weiteren Verbindung unter einander fähigen Säuren und Oxyde bilden daher einen Gegensatz, worin jene die negative, diese die positive Rolle spielen. Der Charakter mancher Oxyde ist jedoch so wenig ausgezeichnet, daß sie selbst die Rolle einer Säure gegen andere als starke Basen auftretende Oxyde übernehmen. So kann wohl Salpetersäure, Schwefelsäure nie als Basis, Kali, Natron nie als Säure, hingegen das als Basis benannte Platinoxyd auch als Säure, d. i. als negativer Bestandtheil gegen eine starke Basis auftreten, z. B. schwefelsaures Platinoxyd und Platinoxydkali. In der Mitte zwischen den Säuren und den Basen steht das Wasser, welches bald positiv, bald negativ, für eine Säure die Basis, und umgekehrt ersetzen kann.

16. B. Wasserstoffverbindungen. Die Verbindung des Wasserstoffes mit dem vorhergehenden Sauerstoffe ist das schon vorher erwähnte Wasser. Die Verbindungen mit dem folgenden Elemente, dem Stickstoff, ist nur unter dem empirischen Namen Ammoniak bekannt; diese Verbindung zeigt alkalische Eigenschaften, und wird seines gasförmigen

Zustandes wegen flüchtiges Alkali genannt, zum Unterschiede der bereits angeführten fixen Alkalien. Die Verbindungen mit den folgenden Stoffen, als: Chlor, Jod, Brom, Schwefel, auch mit einigen Metallen, führen die aus den Namen beider Bestandtheile zusammengesetzte Benennung. Da einige dieser Verbindungen saure Eigenschaften zeigen, so wird in diesem Falle das Wort Säure angehängt; so sagt man Chlorwasserstoffsäure, Schwefelwasserstoffsäure, Arsenikwasserstoffsäure, hingegen nur Phosphorwasserstoff, Kohlenwasserstoff, da letztere die Eigenschaften einer Säure nicht besitzen.

Es gibt daher Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren. Obwohl man in die Benennung der ersteren, die man schon länger kennt, zur genauen Bezeichnung das Wort Sauerstoff einschieben sollte, so geschieht dieses doch nicht, und es ist daher jede, nicht besonders bezeichnete Säure eine Sauerstoffsäure. Man sagt daher nicht Schwefelsauerstoffsäure, sondern nur Schwefelsäure; hingegen darf in Schwefelwasserstoffsäure der Name des zweiten Bestandtheiles nicht fehlen. Der Analogie mit den Sauerstoffsäuren und dem chemischen Verhalten des Wasserstoffes gemäß, sollte letzterer als das gemeinschaftliche Radical dieser Klasse von Säuren, und der andere mit dem Wasserstoff verbundene Stoff als der Säure erzeugende angesehen werden. Der herrschende Sprachgebrauch verlangt jedoch die angeführte Benennung, wonach der mit dem Wasserstoffe verbundene Körper als Radical bezeichnet wird. In mehreren Lehrbüchern ist jedoch die Benennung Hydrochlorsäure, Hydroschwefelsäure u. s. w. eingeführt.

17. C. Stickstoffverbindungen. Die Verbindungen des Stickstoffes mit den beiden vorhergehenden Elementen sind bereits erwähnt. Von den folgenden gehen nur Chlor, Jod und Kohlenstoff in Verbindung mit dem Stickstoffe. Die Namen dafür sind Chlorstickstoff, Jodstickstoff, Kohlenstickstoff; die letzte Verbindung, auch Cyan genannt, hat die Eigenschaft, gegen die gewöhnliche Verbindungsweise, mit anderen einfachen Körpern in Verbindung zu treten, und sich dabei gleich den folgenden Stoffen Chlor u. s. w. zu verhalten.

18. D. Die Verbindungen des Chlor, Brom, Jod, Fluor und jenes zusammengesetzten Radicales Cyan mit den vorhergehenden Stoffen sind nach dem Vorigen bereits bestimmt; mit den übrigen nichtmetallischen Stoffen aber von keiner besonderen Wichtigkeit für die gegenwärtige Abhandlung. Die Verbindungen derselben endlich mit den Metallen führen den Namen Metallchloride, Metalljodide u. s. w., z. B. Silberchlorid, Kaliumjodid. Da der negative Körper zuweilen in

zwei verschiedenen Verhältnissen sich mit dem Metalle (correspondirend den Oxydationsstufen desselben) verbinden kann, so unterscheidet man die Verbindung mit der geringeren Menge des negativen Körpers durch die Namen Chlorür, Jodür u. s. w. von den Chloriden, Jodiden u. s. w., mit dem größeren Gehalte desselben, z. B. Kupferchlorür und Kupferchlorid. Diese Verbindungen führen den gemeinschaftlichen Namen Haloidsalze, und deren Radicale Haloide.

Nicht selten bedient man sich statt des Wortes Metallchlorid des Ausdruckes Chlormetall, z. B. Chlorkalium. Um in diesem Falle den Gehalt des Chlors in der Verbindung auszudrücken, pflegt man, was auch noch genauer ist, als Obiges, zu sagen: einfach Chloreisen, anderthalbfach Chloreisen, einfach und zweifach Chlorzinn.

19. E. Von den Verbindungen des Schwefels mit den Nichtmetallen sind außer den Sauerstoffsäuren und der ebenfalls schon erwähnten Wasserstoffsäure desselben, nur noch dessen Verbindung mit dem Kohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Kohlenstoffsulfurid anzuführen. Die Verbindungen desselben mit den Metallen führen den Namen Metallsulfuride oder Schwefelmetalle mit dem Beisatze: einfach, zweifach u. s. w., wodurch die Menge des Schwefels in den verschiedenen Schweflungsstufen im Verhältniß der kleinsten Menge viel deutlicher hervorgeht, z. B. Calciumsulfurid oder Schwefelcalcium, da dieses Metall nur eine Schweflungsstufe hat; einfach und zweifach Schwefelkupfer; einfach, zweifach, dreifach... Schwefelkalium, da von Kalium mehrere Schweflungsstufen existiren.

Die Schweflungsstufen verschiedener Stoffe können in weitere Verbindung mit einander treten, und verhalten sich in dieser Beziehung gleich den Sauerstoffverbindungen positiv und negativ, wie Basen und Säuren. Um dieses Verhalten zugleich durch die Benennung auszudrücken, pflegt man auch für die sich negativ verhaltenden Schwefelverbindungen den Namen Sulfide, angehängt an den Namen des Radicals nach Art der verschiedenen Säuren, für die dagegen positiv stehenden Schwefelmetalle aber den Namen Sulfuret zu gebrauchen; z. B. arseniges Sulfid und Arsensulfid für die zwei Schwefelverbindungen des Arsens, welche beide negativen Charakter haben; Kupfersulfuret und Kupferbisulfuret für die zwei Schwefelverbindungen des Kupfers, welche beide positiven Charakter besitzen; nach diesem sagt man auch Wasserstoffsulfid und Kohlenstoffsulfid, statt Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff. Sub- und Supersulfuret sind Schwefelverbindungen, welche dem Suboxyd und Superoxyd ähnlich, sich nicht mehr untereinander verbinden.

Die Verbindungen von Phosphor u. s. w. erfolgen theils seltener, theils sind sie von minderer hieher gehöriger Wichtigkeit; doch

2 *

werden Namen wie Phosphoride, Carbonide, wo sie vorkommen, keinen Zweifel über die Zusammensetzung des damit bezeichneten Körpers lassen.

20. F. Die Verbindungen der Metalle endlich unter einander führen den allgemeinen Namen Legirungen, und in so ferne Quecksilber der eine Bestandtheil ist, Amalgame. Zur genauen Bestimmung müssen die Namen beider Bestandtheile vorgesetzt werden. So spricht man von Kupferlegirungen, aber erst durch den Ausdruck Zinkkupfer-Legirung oder Zinnkupfer-Legirung ist die Verbindung, wofür auch die Namen Messing, Bronce eingeführt sind, außer Zweifel gesetzt. Hier ist es nicht selten der Fall, daß drei Metalle zusammengeschmolzen werden können; in wie weit diese Legirungen unter wahrhaft chemische Verbindungen zu rechnen sind, wird später näher besprochen werden.

21. Verbindungen der zweiten Ordnung, Salze, entstehen durch die Vereinigung zweier Verbindungen der ersten Ordnung, und zwar vorzüglich solcher, welche denselben negativen Bestandtheil enthalten. Danach unterscheidet man:

a. Sauerstoffsalze, als die zahlreichsten und wichtigsten, aus einer Sauerstoffsäure und einem basischen Oxyde bestehend. Der Name des letzteren gibt das Hauptwort, jener der Säure das Beiwort. Daher spricht man von Kali-, Natron-, Eisenoxyd-, Kupferoxydulsalzen (der Kürze wegen zuweilen nur von Eisen-, Kupfer-, Zinnsalzen) als von verschiedenen Gattungen. Nach der Säure gibt es verschiedene Arten, als: schwefelsaure, kohlensaure, schwefligsaure u. s. w. Salze. Durch die Zusammenstellung beider Namen ist sodann das Salz genau bestimmt, z. B. salpetersaures Kali oder Salpeter, schwefelsaures Natron oder Glaubersalz, kohlensaures Kupferoxyd u. s. w. Nach dem Verhältniß der Sauerstoffmenge in der Säure und Basis unterscheidet man neutrale, saure und basische Salze, worüber in der Lehre über die Quantitätsverhältnisse der Bestandtheile das Nähere folgen wird.

b. Schwefelsalze, Verbindungen einer positiven Schwefelverbindung und einer negativen (eines Sulfurets mit einem Sulfide). Ihre Zahl ist bei weitem geringer, auch deren Wichtigkeit in Bezug der gegenwärtigen Abhandlung viel kleiner. Die Namen einiger solcher Verbindungen können als Beispiele der für sie gewählten Nomenclatur dienen. Natriumsulfhydrat oder Schwefelwasserstoff-Schwefelnatrium ist eine Verbindung von Schwefelwasserstoff (Wasserstoffsulfid) mit Schwefelnatrium; Kaliumsulfantimoniat oder Schwefelantimon-Schwefelkalium u. s. w.

Sowohl die Sauerstoff- als Schwefelsalze, wie auch die auf dieselbe Art zusammengesetzten weniger gekannten Tellur- und Selensalze sind unter dem gemeinschaftlichen Namen Amphidsalze bekannt. Sie sind von den oben angeführten auf der ersten Stufe der Zusammensetzung stehenden Haloidsalzen, welche mit den Sauerstoffsalzen sehr große Aehnlichkeit haben, in Bezug dieser Zusammensetzung wohl zu unterscheiden. Erst wenn die Haloidsalze unter einander in Verbindung treten, nämlich Chloride mit Chloriden u. s. w., so entstehen Verbindungen der zweiten Ordnung angehörend, Haloid-Doppelsalze, z. B. Kaliumplatinchlorid, bestehend aus Kaliumchlorid als positiver, und Platinchlorid als negativer Bestandtheil.

Das keinen Sauerstoff enthaltende Ammoniak tritt ebenfalls als Basis auf, und verbindet sich mit den verschiedenen Säuren zu salpetersaurem, schwefelsaurem u. s. w. Ammoniak.

Sehr häufig treten sowohl Säuren als Basen mit Wasser in wahrhaft chemische Verbindung (Hydratwasser), wobei es oft so fest gebunden gehalten wird, daß es selbst durch Erhitzung nicht ausgetrieben werden kann, sondern nur dadurch, daß eine andere Säure oder Basis an dessen Platz tritt. Das Wasser vertritt also hier wirklich die Stelle der Säure oder Basis, wie schon oben gesagt wurde, und derlei Hydrate, als: Salpetersäurehydrat, Schwefelsäurehydrat, Kalihydrat stellen sich nach dieser Zusammensetzung in die Reihe der Salze, werden aber, da der wesentliche Charakter derselben durch die Aufnahme von Wasser keine Aenderung erlitten hat, nicht als solche betrachtet, und daher in jener Klasse eingereiht abgehandelt, in welche sie ohne Hydratwasser gehören. — Auch die Salze, Verbindungen der zweiten Ordnung treten mit dem Wasser, besonders bei ihrem Uebergang in die Krystallform, in chemische Verbindung (Krystallwasser), ohne deswegen auf einer anderen Stufe der Zusammensetzung betrachtet zu werden.

22. Verbindungen der dritten Ordnung werden vorzüglich durch Vereinigung zweier Sauerstoffsalze gebildet, Doppelsalze. Gewöhnlich ist auch hier der eine Bestandtheil, und dieses meistens die Säure, den beiden in Verbindung tretenden Salzen gemeinschaftlich. Um die Benennung dafür zu bilden, so werden die Namen der beiden verschiedenen Basen mit einander verbunden, und der Name der gemeinschaftlichen Säure vorgesetzt; z. B. das Doppelsalz aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Thonerde wird schwefelsaure Kali-Thonerde, Alaun, das aus weinsteinsaurem Kali und weinsteinsaurem Natron eben so weinsteinsaures Kali-Natron (Seignettesalz) genannt.

2. Chemische Processe.

23. In so ferne die chemische Verwandtschaft nur allein Vereinigung ungleichartiger Körper bewirket, oder durch diese Vereinigung auch gleichzeitig Trennungen schon bestehender Verbindungen bedingt, unterscheidet man:

a. Vereinigungs- oder mischende Verwandtschaft, wenn zwei im verbindungsfreien Zustande befindliche Körper **A** und **B** zu einem homogenen Ganzen zusammentreten. Auf diese Art vereinigen sich Schwefel und Quecksilber zu Zinnober, Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser, Salpetersäure und Kali zu Salpeter u. s. w., wie es überhaupt bei allen Verbindungen in den vorhergehenden Beispielen vorausgesetzt war.

b. Einfache Wahlverwandtschaft. Diese tritt ein, wenn eine schon bestehende Verbindung zweier Stoffe aM durch die stärkere Verwandtschaft des hinzutretenden Körpers b getrennt wird, so daß a hiedurch ausgeschieden wird, und die Verbindung bM erfolgt. Es muß daher in diesem Falle die trennende Verwandtschaft zwischen b und M größer sein, als die ruhende zwischen a und M. Der neu aus seinen Bestandtheilen gebildete Körper heißt Product, der ausgeschiedene Educt.

Folgende Beispiele stellen den Vorgang deutlich dar:

aM { a
   { M }
b . . . . . } bM.

Bleioxyd { Blei
         { Sauerstoff }
Kohle . . . . } Kohlensäure (Product).

Salpeter { Salpetersäure
         { Kali }
Schwefelsäure . . } Schwefelsaures Kali.

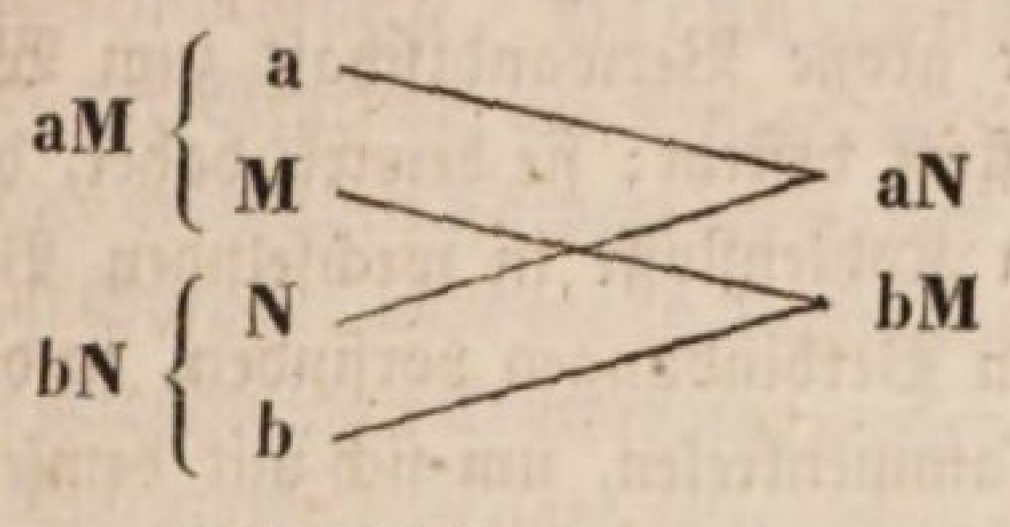
Kohlensaures Kali { Kohlensäure (Educt).
                  { Kali }
Schwefelsäure . . . . } Schwefelsaures Kali.

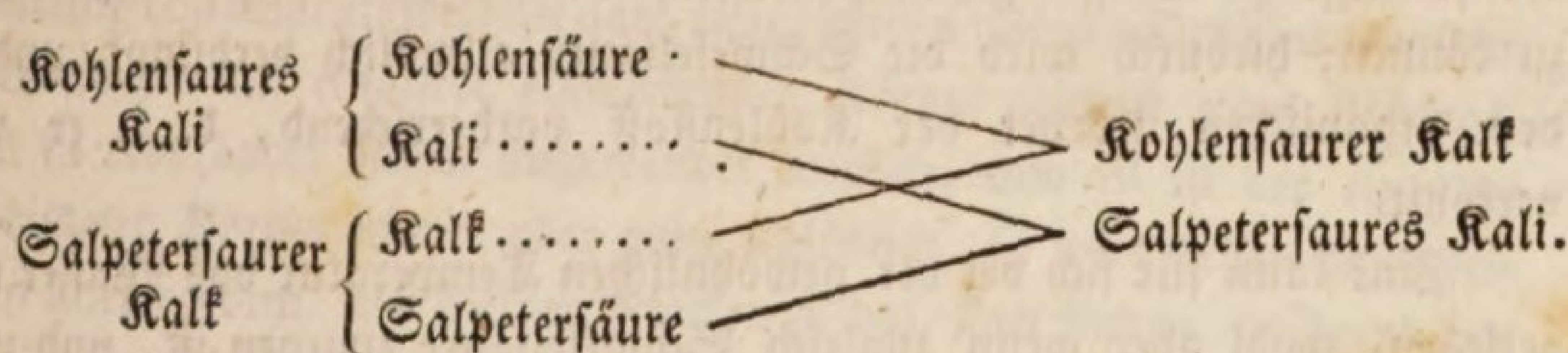
In dem letzten Beispiele ist Kohlensäure ein Educt, während sie in dem vorhergehenden als Product auftritt, wie es der gegebenen Definition entspricht.

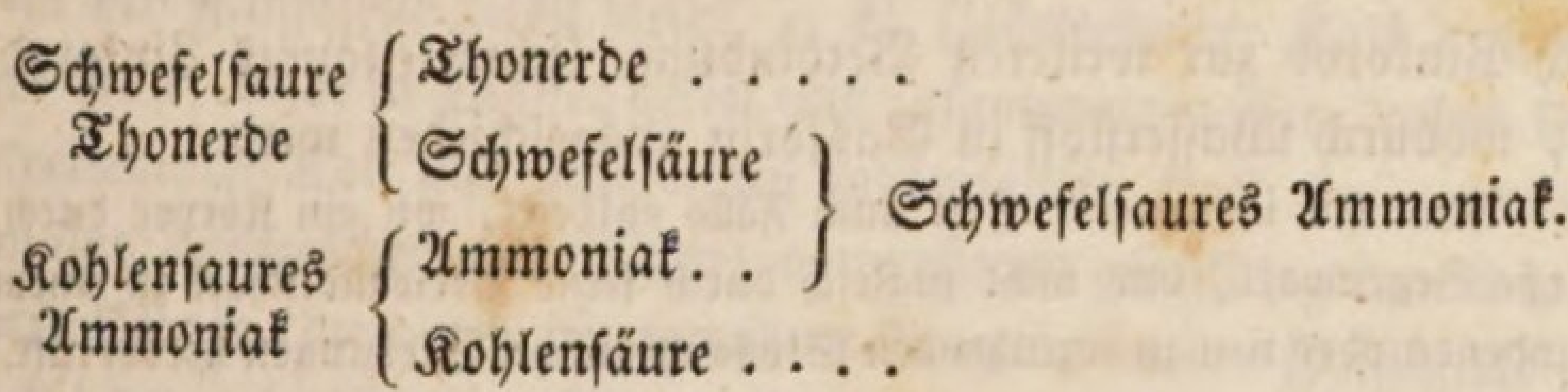
Aus der vorhergehenden Abhandlung ist ersichtlich, daß ein positiver Körper nur durch einen (wenigstens unter den herrschenden Umständen)

mehr positiven, ein negativer durch einen mehr negativen u. s. w. ausgeschieden werden kann; oder mit anderen Worten, eine Säure kann nur durch eine stärkere Säure, eine Basis nur durch eine stärkere Basis vertreten werden.

c. Doppelte Wahlverwandtschaft. In diesem Falle wirken zwei zusammengesetzte Körper aM und bN so auf einander, daß die Bestandtheile sich gegenseitig austauschen, und aN und bM als neue Verbindungen hervorgehen. In diesem Falle muß die Summe der ruhenden Verwandtschaften von der Summe der trennenden übertroffen werden.







In dem letzten Beispiele haben Kohlensäure und Thonerde nicht hinlängliche Verwandtschaft zu einander, und bleiben daher in unverbundenem Zustande; erstere geht gasförmig davon, letztere fällt unlöslich zu Boden. Die Zersetzung der schwefelsauren Thonerde würde auch schon durch Ammoniak allein erfolgt sein, wie auch die des salpetersauren Kalkes durch Kali allein erfolgt wäre. Es ist also in diesem Falle die eine der trennenden Verwandtschaften schon im Stande, die Summe der ruhenden zu überwinden, und die doppelte Wahlverwandtschaft führt den Namen der zufälligen. Ist aber die zweite trennende Verwandtschaft wirklich erforderlich, um den gewünschten Erfolg zu haben, so heißt sie nothwendig; z. B. schwefelsaurer Baryt wird nicht durch Kali, wohl aber durch kohlensaures Kali zerlegt.

d. Disponirende Verwandtschaft. Diese findet statt, wenn zwei Stoffe a und M entweder in anderen Zusammensetzungen, oder auch

isolirt stehen, aber nicht im Stande sind, sich directe zu verbinden, sondern nur durch die Gegenwart eines anderen bN zur Verbindung gebracht werden, der eine große Verwandtschaft zu jenem Compositum aM hat, wodurch aM + bN entsteht.

Das Kali hat große Verwandtschaft zur Salpetersäure, die aus Sauerstoff und Stickstoff zusammengesetzt ist. Obwohl diese beiden Stoffe in fortwährender Berührung in der Atmosphäre sich vorfinden, so werden sie doch erst durch die Anwesenheit des Kali zur Verbindung disponirt, damit sodann die weitere Zusammensetzung zu salpetersaurem Kali erfolgen kann.

Schwefelsäure hat sehr große Verwandtschaft zum Wasser, welches aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht; sie bewirkt daher, daß diese beiden Stoffe, die sich nebst dem Kohlenstoffe in wechselnden Verhältnissen in den verschiedenen organischen Verbindungen vorfinden, in dem bestimmten Verhältnisse zu Wasser zusammentreten, um sich mit demselben verbinden zu können; hiedurch wird die Schwefelsäure allmälich verdünnt, und an dem organischen Körper der Kohlenstoff vorherrschend, d. i. er wird verkohlt.

Zink kann für sich bei der gewöhnlichen Temperatur das Wasser nicht zerlegen, wohl aber wenn zugleich Schwefelsäure zugegen ist, und zwar, um sich Zinkoxyd zur weiteren Verbindung (schwefelsaures Zinkoxyd) zu bilden, wodurch Wasserstoff in Gasform ausgeschieden wird.

Man hat in neuerer Zeit auch Fälle entdeckt, wo ein Körper durch seine bloße Gegenwart, und nicht zugleich durch seine Verwandtschaft zu einem vorhandenen oder neu zu erzeugenden Stoffe chemische Wirkungen hervorruft. Man hat die zu Grunde liegende Ursache mit dem Namen katalytische Kraft belegt, den Vorgang selbst Katalysis oder Wirkung durch Contact. Beispiele hievon finden sich besonders in der organischen Natur. — Einzelne Fälle der Verwandtschaftswirkung, die nicht unter die aufgezählten gerechnet werden können, werden an dem betreffenden Orte näher besprochen werden.

24. Von der wirklich statt gefundenen Einwirkung oder Reaction zweier Körper wird man aber nur dann überzeugt sein, wenn sie von einer sinnlich wahrnehmbaren Erscheinung begleitet ist. Meistens ist es die Verschiedenheit des Aggregationszustandes, in welchem der eine der neu erzeugten Körper auftritt, wodurch man zu dieser Ueberzeugung gelangt. So wird insbesondere im Falle eingetretener Wahlverwandtschaft der eine der beiden neu entstandenen Körper als starr mit dem tropfbaren gemengt bleiben, oder er kann, mit oder ohne Anwendung von Wärme, verflüchtiget, und entweder als Gas, oder condensirt als Destillat oder Sublimat in zweckmäßigen Apparaten aufgefangen werden.

So zeigt sich die chemische Reaction von Kalk und Salmiak, wenn diese Stoffe gepulvert mit einander gemengt werden, durch das ausgeschiedene Ammoniak, welches als Gas entweicht und schon durch die Geruchsorgane wahrgenommen wird. Die Einwirkung der Essigsäure auf das kohlensaure Kali gibt sich durch Entweichen der Kohlensäure kund, unter Aufbrausen, Effervescenz, wie dieses allmäliche Entweichen eines bei der Zersetzung eines Körpers frei werdenden Gases insbesondere aus einer Flüssigkeit genannt wird, wogegen das plötzliche Freiwerden eines Gasquantums, besonders aus starren Körpern, Verpuffung, Detonation genannt wird, wie es bei der Reaction der Bestandtheile des Schießpulvers beim Hinzukommen eines glühenden Körpers der Fall ist. — Bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf Salpeter wird die in Dampfform frei werdende Salpetersäure schon bei der gewöhnlichen Temperatur wahrgenommen; aber erst bei der Anwendung von Wärme wird sie ganz ausgetrieben und als Destillat erhalten.

Wenn die auf einander einwirkenden Körper mittelst eines Lösungsmittels in tropfbarer Form angewendet werden, und es ist der eine der neu gebildeten Körper schwer oder ganz unlöslich, so wird dessen Ausscheidung in starrer Form, als Pulver, Flocken u. dgl. statt finden, während der andere in der Flüssigkeit gelöst bleibt, z. B. salpetersaurer Kalk und kohlensaures Kali, beide in Wasser gelöst und zusammengegossen, geben lösliches salpetersaures Kali und unlöslichen kohlensauren Kalk, der nun durch Filtriren und Auswaschen (Aussüßen) von ersterem gänzlich getrennt wird. Der starre Körper, der durch die erwähnte Reaction in der Flüssigkeit entsteht, heißt der ausgeschiedene Körper, insbesondere, wenn er als specifisch schwerer zu Boden fällt, der gefällte Körper, Niederschlag, Präcipitat; der die Fällung bewirkende Körper das Fällungsmittel. So ist in dem angeführten Beispiele kohlensaurer Kalk der Niederschlag, das angewendete kohlensaure Kali das Fällungsmittel.

Gießt man eine Lösung von schwefelsaurem Natron und von salpetersaurem Kali zusammen, bei hinlänglicher Menge von Wasser, so zeigt keine Veränderung eine statt gefundene Reaction; sie gibt sich aber kund, wenn das Wasser allmälich entfernt wird, indem das entstandene schwefelsaure Kali als ein zwar nicht unlösliches, doch schwer lösliches Salz sich zum Theil ausscheidet, das leicht lösliche salpetersaure Natron aber in der Lösung bleibt. Dasselbe wäre sogleich erfolgt, wenn jene zwei Lösungen concentrirter angewendet worden wären. Es gibt auch einzelne Beispiele, wo nicht durch Aenderung des Aggregationszustandes die geschehene Einwirkung erkannt wird, sondern durch Farbenveränderung. Eine Auflösung

von schwefelsaurem Kupferoxyd verändert beim Zugießen von Chlornatrium seine blaue Farbe in eine grüne; ein Beweis für das gebildete Kupferchlorid, welches die gleichzeitige Entstehung von schwefelsaurem Natron voraussetzt.

Auch bei chemischen Processen auf trockenem Wege (wo die Körper durch Wärme in den flüssigen Zustand geführt, geschmolzen, werden, im Gegensatze des nassen Weges, wo ein Lösungsmittel gebraucht wird), sind die Erfolge den erörterten sehr ähnlich. Auch hier lagern sich die neu erzeugten Gebilde schichtenweise nach ihrer Dichte über einander ab, wie es z. B. mit den Schlacken und dem geschmolzenen Metalle bei hüttenmännischen Processen der Fall ist.

Diejenigen Körper, welche ihre Einwirkung durch eine schnelle und auffallende Erscheinung kund geben, die so charakteristisch ist, daß sie zur Erkennung eines Stoffes beitragen kann, heißen in Bezug auf einander Reagentien. Als solche auffallende Erscheinungen ergeben sich Einwirkungen, die durch das Gesicht wahrgenommen werden, als: Niederschlag, Trübung, Färbung, Aufbrausen; Einwirkungen auf den Geruch in verschiedener Art; ferner: Freiwerden von Wärme, Feuererscheinung, Detonation. So sind Schwefelsäure und Baryt gegenseitig Reagentien, eben so Chlor und Silber (in der Form eines löslichen Salzes, z. B. salpetersaures Silberoxyd); so zeigt Lackmus im blauen oder gerötheten Zustande das Vorhandensein einer Säure oder eines Alkali durch den Uebergang in die rothe oder blaue Farbe an.

25. Da zur Bewerkstelligung einer chemischen Verbindung die gegenseitige Einwirkung der kleinsten Körpertheile, und diese in unmittelbarer Berührung gefordert wird, so ist es meistens eine unerläßliche Bedingung, die Anziehung der homogenen Theile unter sich, d. i. die Cohäsion der starren Körper aufzuheben, um die Berührungsflächen möglichst zu vergrößern. Nur sehr selten genügt es, diese Bedingung auf mechanischem Wege, als durch Pulvern u. dgl., und nachfolgendes inniges Mengen der beiden Körper zu erfüllen, wie es der Fall ist bei der Einwirkung von Kalk und Salmiak. Meistens müssen beide, oder doch einer der auf einander wirkenden Stoffe in den flüssigen Zustand versetzt werden, wodurch nicht nur die Zahl der Berührungspunkte vermehrt wird, sondern auch wegen der herbeigeführten leichten Beweglichkeit der Theile die Annäherung derselben (Lagerung der Atome) begünstiget wird. Dieses geschieht durch Auflösen eines Körpers in einer tropfbaren Flüssigkeit auf nassem Wege, oder auf trockenem durch Wärme (Schmelzen oder Gasificiren).

Der angeführte Umstand mag auch die Ursache sein, daß Körper besonders dann geneigt sind, in eine Verbindung zu treten, wenn sie eben eine andere Zusammensetzung verlassen, sich im Entstehungszustande befinden, da sie in diesem Falle gewiß in demjenigen Zustande der Vertheilung sind, wie es für die chemische Reaction am zuträglichsten ist (status nascens). — Sauerstoff und Stickstoff der Atmosphäre treten, wie es oben angeführt wurde, durch die disponirende Verwandtschaft eines Alkali in Verbindung. Während die Umstände, welche diese Verbindungsweise begünstigen, nicht hinlänglich genau ausgemittelt sind, ist es schon längst bekannt, daß der Sauerstoff der Atmosphäre (unter dem Vorhandensein eines Alkali) sich mit dem Stickstoffe besonders dann leicht verbindet, wenn letzterer aus verwesenden thierischen Stoffen gerade frei wird, worauf sich die Einrichtung der Salpeterplantagen gründet.

Auch der gasförmige Zustand der Körper ist im Ganzen sehr geeignet, die Verwandtschaft zu begünstigen, weil die einzelnen Theilchen derselben ihrer gegenseitigen Verbreitung in einander, Diffusion der Gase, selbst wenn sie auch nicht Verwandtschaft haben, noch weniger Hindernisse entgegensetzen, als es bei tropfbaren Körpern der Fall ist; indem zwischen der Verbreitung eines Gases im leeren, und der in einem mit einem andern Gase gefüllten Raume nur dieser Unterschied besteht, daß sie im letzteren Falle langsamer vor sich geht, während hingegen tropfbare Körper, wenn sie blos über einander geschichtet werden, nur allmälich oder nur durch Umrühren zu einem homogenen Gemische sich vereinigen. Durch diese Eigenschaft wird nun die Verwandtschaftsäußerung jener Gase, die überhaupt einer chemischen Verbindung fähig sind, sehr erleichtert, daher auch viele Gase, so wie sie sich nur treffen, schon auf einander einwirken, z. B. Ammoniak- und salzsaures Gas. Bei schwachem Verwandtschaftsgrade hingegen kann das dieser Aggregationsform eigene Bestreben, den Raum zu erweitern, die Expansion, der chemischen Thätigkeit hinderlich werden; daher war disponirende Gegenwart des Alkali in dem vorigen Beispiele nothwendig, um die Verwandtschaft von Sauerstoff und Stickstoff zu unterstützen, und deren Vereinigung zu bewerkstelligen. — In manchen Fällen sucht man auch die Verwandtschaftsthätigkeit durch Kälte und Druck zu befördern, wie z. B. der Fall ist, wenn Wasser mit einem Gase angeschwängert werden soll; durch erstere wird die Expansion geschwächt, durch letzteren die Anzahl der Berührungspunkte vermehrt.

26. Der Einfluß der Wärme ist aber nicht allein der gerade besprochene mittelbare, nämlich Verminderung der Cohäsion und Ueberführung in den

flüssigen Zustand, sondern der Einfluß derselben zeigt sich auch als ein unmittelbarer dadurch, daß sie die Verwandtschaftsintensität der Körper zu ändern im Stande ist. In den meisten Fällen wird dieselbe durch Wärme gesteigert, so daß selbst Körper, welche in niedrigen Temperaturen keine Verwandtschaft zu einander äußern, in erhöhter Temperatur auf einander wirken. In manchen Fällen jedoch wirket eine zu hoch gesteigerte Temperatur der Verwandtschaft entgegen, so daß selbst eine bereits vor sich gegangene Verbindung wieder in ihre Bestandtheile zerfällt; und endlich gibt es sogar Fälle, wo die Verwandtschaftsäußerung der Körper mit der Aenderung der Temperatur umgekehrt wird. — Während Phosphor mit dem Sauerstoffe sich schon bei der gewöhnlichen Temperatur verbindet, rascher aber bei 60°, so erfolgt die Verbindung der Kohle mit demselben erst bei der Rothglühhitze. Eben so kann Sauerstoff- und Wasserstoffgas in steter und inniger Vermengung mit einander bleiben, ohne daß eine chemische Verbindung zwischen denselben erfolgt; in erhöhter Temperatur jedoch, wie sie durch einen flammenden Körper erzeugt wird, oder durch den, ebenfalls Temperaturserhöhung bewirkenden, elektrischen Funken, verbinden sich die genannten zwei Stoffe zu Wasser, welches nun durch keine wie immer gesteigerte Temperatur mehr zu zerlegen ist, was auch in den frühern beiden Beispielen der Fall ist. — Quecksilber jedoch in einer seiner Siedhitze nahen Temperatur erhalten, tritt mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre zu Quecksilberoxyd, einem rothen pulverförmigen Körper, zusammen, was bei niedriger Temperatur nicht erfolgt. Setzt man aber diese bereits erhaltene Verbindung einer noch höheren Temperatur aus, so wird die Verwandtschaft, vermöge der die Bestandtheile zusammengehalten sind, aufgehoben, und die Verbindung zerfällt in Quecksilber und Sauerstoffgas. — So ist die Verwandtschaft des Sauerstoffes zum Kalium in wenig erhöhter Temperatur größer, als zum Eisen; in der Weißglühhitze aber ist es umgekehrt, denn Kalium eignet sich im ersten Falle den Sauerstoff des Eisenoxydes an, aber Eisen reducirt das Kaliumoxyd im zweiten Falle auf gleiche Art.

27. Auf die Verwandtschaftserfolge hat ferner modificirenden Einfluß, die Neigung eines neu entstehenden Körpers, den expansiblen oder starren Zustand bei einer bestimmten Temperatur anzunehmen (Expansion oder Cohäsion). Jeder Körper, der fähig ist, in den gasförmigen Zustand überzugehen, behält das Bestreben, diesen Zustand wieder anzunehmen, wenn er auch in irgend einer chemischen Verbindung durch Hilfe der Verwandtschaft fest oder flüssig geworden ist. Wird letztere nämlich bis auf einen

gewissen Grad vermindert, so kann das Bestreben, diesen Zustand anzunehmen, das Uebergewicht erhalten, und er verflüchtiget sich um so mehr, wenn die nothwendige Temperatur vorhanden ist. Dieser Erfolg ist daher eigentlich das Resultat der gemeinschaftlichen Wirkung von Expansion und Wärme. — Daß die Cohäsion der auf einander wirkenden Körper der Verwandtschaftsäußerung entgegenwirkt, wurde schon oben bemerkt, aber daß auch der Erfolg hiedurch modificirt wird, sieht man, wenn man Körper im aufgelösten Zustande zusammenbringt, und durch ihre Zersetzung eine schwer oder ganz unlösliche Verbindung möglich wird. In diesem Falle wird sich dieselbe immer bilden, wenn auch die vorausgehenden Zersetzungen den sonst gekannten Verwandtschaftsintensitäten zuwider sind.

Phosphorsaure Salze werden bei der gewöhnlichen Temperatur durch Schwefelsäure zersetzt, da ihre Verwandtschaft zu den Basen viel größer ist. In der Glühhitze wird aber die Schwefelsäure wieder aus ihrer Verbindung eben durch die Phosphorsäure ausgetrieben, da diese feuerbeständig, jene aber flüchtig ist, die Verwandtschaft mithin durch die Expansion der letzten unter Beihilfe von Wärme unterstützt wird. Das oben angeführte Beispiel des durch Temperaturserhöhung umgekehrten Erfolges gehört mithin eigentlich hieher. — Flüchtigkeit eines Bestandtheiles trägt daher zur Unbeständigkeit einer Verbindung, in welcher er sich befindet, vieles bei. So wird in Wasser gelöstes kohlensaures Kali durch Essigsäure zerlegt, es wird Kohlensäure frei, und essigsaures Kali bleibt in der Lösung; demnach hat Essigsäure eine größere Verwandtschaft zum Kali als Kohlensäure. Ist aber essigsaures Kali in Alkohol gelöst, und man leitet Kohlensäure durch, so bildet sich kohlensaures Kali, da dieses in Alkohol unlöslich sich niederschlägt. So zerlegen sich salpetersaurer Baryt und schwefelsaures Kali gegenseitig, wenn sie in aufgelöster Form zusammengemischt werden, obwohl die stärkere Basis Kali, mit der stärkeren Säure, der Schwefelsäure, in Verbindung ist, und die schwächere Basis mit der schwächeren Säure. Aber schwefelsaurer Baryt ist ein unlöslicher Körper, und deshalb bildet er sich gegen den Erfolg, welchen man vermöge der Verwandtschaftsintensitäten erwarten sollte. Auch das obige Beispiel der Zerlegung des salpetersauren Kali durch schwefelsaures Natron gehört hieher.

28. Die Ursache der angeführten Modificationen hat man auch darin gesucht, daß ein Körper nicht blos durch seine Verwandtschaft, sondern auch durch seine Masse wirket, und daher durch letztere selbst das ersetzen kann, was ihm an Verwandtschaft abgeht.

Unter der Voraussetzung, die Verwandtschaft sei keine eigenthümliche Kraft, sondern nur eine besondere Modification der allgemeinen materiellen Anziehung der Stoffe, hat man die Behauptung aufgestellt, daß alle Resultate gegenseitiger chemischer Einwirkung von dem chemischen Momente, d. i. von dem Producte der Verwandtschaftsintensität, die zwischen verschiedenen Körpern ver-

schieden wäre, in die Masse der Stoffe, abhängig sei, und daß daher ein Körper durch die Menge das Fehlende der Verwandtschaftsintensität ersetzen könne. Dem zu Folge würde es keine reine Ausscheidung durch Wahlverwandtschaft geben, und es müßte sich, wenn A auf mB wirksam würde, m zwischen A und B im Verhältnisse jenes chemischen Momentes theilen, wodurch ein Zustand des Gleichgewichtes zwischen den einzelnen Verbindungen eintreten würde, welcher Zustand so lange ungestört bliebe, so lange nicht fremde Kräfte darauf einwirkten. Wird nun aber einer der neu gebildeten Körper aus der Sphäre der Wirksamkeit entfernt, so entsteht in Folge des dadurch gestörten Gleichgewichtes eine neue Einwirkung der Körper, bis wieder das Gleichgewicht der anziehenden Kräfte eingetreten ist. Entfernt werden kann ein Körper aber insbesondere, durch das Wirksamwerden der Cohäsion oder Expansion, d. i. durch Unlöslich- oder Flüchtigwerden, wobei er sich entweder als starr abscheidet oder gasförmig entweicht, und wodurch seine Wirkung auf die übrigen Stoffe aufhört und das Gleichgewicht gestört ist; übergießt man z. B. Salpeter mit Schwefelsäure, so theilet sich das Kali nach Maß der Verwandtschaft und Menge zwischen die zwei Säuren, und es befinden sich nun vier Körper vorhanden, salpetersaures Kali, schwefelsaures Kali, Salpetersäure und Schwefelsäure. Diese vier Körper halten sich wechselseitig das Gleichgewicht, und es kann keine weitere Zersetzung erfolgen. Vermehrt man die Schwefelsäure, ohne daß die Salpetersäure entfernt wird, so würde mehr schwefelsaures Kali gebildet und mehr Salpetersäure frei, aber durch eine auch noch so große Menge von Schwefelsäure wird keine vollständige Zerlegung des Salpeters statt finden, wenn nicht die Salpetersäure entfernt, und dadurch derjenige Körper fortgeschäfft wird, der der Einwirkung der Schwefelsäure entgegenstehet. Wird nun aber das Ganze erhitzt, so folgt die Salpetersäure ihrem Bestreben sich zu verflüchtigen, und es bleiben zurück: schwefelsaures Kali, salpetersaures Kali und Schwefelsäure. Zwischen diesen entsteht nun in Folge des gestörten Gleichgewichtes eine neue Reaction; die Schwefelsäure wirkt neuerdings auf das salpetersaure Kali, es wird Salpetersäure frei, diese verflüchtiget sich wieder, und so dauert der Proceß fort, bis sämmtliche Salpetersäure entfernt ist, und folglich blos schwefelsaures Kali zurückbleibt, neben freier Schwefelsäure, im Falle diese im Ueberfluß vorhanden war.

Dieselbe Durchführung des Vorganges würde die reine Ausscheidung auch zeigen, wenn der eine Körper als Niederschlag zu Boden fällt, in welchem Falle er für die in der Flüssigkeit gelösten Stoffe ebenfalls als unwirksam zu betrachten ist, z. B. schwefelsaures Natron und Baryt.

Auch die Erfolge der doppelten Wahlverwandtschaft können auf dieselbe Weise erklärt werden. Vermischt man z. B. die Auflösungen von schwefelsaurem Kali und salpetersaurem Baryt, so finden sich im ersten Augenblicke vier Salze vor: salpetersaures und schwefelsaures Kali, salpetersaurer und schwefelsaurer Baryt, die einander das Gleichgewicht halten. Durch die Präcipitation des unlöslichen schwefelsauren Baryts wird dieses gestört, und unter den übrigen drei Salzen entsteht neuerdings eine Reaction des salpetersauren Baryts auf

das schwefelsaure Kali, welche sich so oft erneuert, als noch Schwefelsäure und Baryt in der Lösung vorhanden ist. Zuletzt bleibt dann nur salpetersaures Kali in der Lösung, und schwefelsaurer Baryt als Präcipitat. — Derselbe Vorgang soll auch statt finden, wenn eine Lösung von salpetersaurem Kali und schwefelsaurem Natron zusammengegossen wird; auch hier sind nach dem Gesagten anfänglich vier Salze vorhanden, nämlich nebst den zwei genannten auch salpetersaures Natron und schwefelsaures Kali. Bei allmälicher Entfernung des Lösungsmittels durch Abdampfen wird das schwefelsaure Kali, als das schwer löslichste darunter, sich in Krystallgestalt ausscheiden, und der ferneren Einwirkung entziehen; hiedurch kann sich aufs neue schwefelsaures Kali bilden, welches sich bei fortwährendem Eindampfen wieder abscheidet, und dieser Proceß wiederholt sich, bis fast nur noch salpetersaures Natron in der Lösung ist. Ob aber wirklich in jedem Falle eine solche Vertheilung aller Säuren unter allen Basen statt findet, wenn mehrere Salze im Wasser gelöst sind, ist nicht als ausgemachte Wahrheit anzusehen; wenigstens ist eine an Mineralwässern gemachte Erfahrung nicht in Uebereinstimmung damit. — Es dürfte daher die Meinung, es finde nur dann eine vollständige Zersetzung statt, wenn eines der entstehenden Producte unlöslich oder flüchtig ist, nicht in voller Allgemeinheit gültig sein. So wird borsaures Natron in Wasser gelöst, durch eine für das Natron hinreichende Menge Schwefelsäure vollständig zerlegt, ohne daß eine solche Ausscheidung eines starren oder flüchtigen Körpers statt findet, da die frei gewordene Borsäure in der Auflösung bleibt. Daß nur freie Borsäure und nicht auch freie Schwefelsäure aufgelöst ist, ersieht man an der ganz schwachen Röthung des Lackmus, die ganz hell zwiebelschalenroth würde, wenn nur die geringste Menge freier Schwefelsäure in der Flüssigkeit enthalten wäre, wie es bei einer theilweisen Zerlegung sein müßte. — Es scheint also, daß diese von Berthollett aufgestellte Theorie nicht mit Sicherheit als der vollkommen richtige Ausdruck der Erscheinungen bei den chemischen Verbindungen angesehen werden könne.

29. Stellt man nun aus dem Gesagten umgekehrt die Fälle zusammen, wo Trennungen eintreten, so ergibt sich Nachstehendes. Trennungen erfolgen:

a. Durch Hinzutreten eines Körpers mit größerer Verwandtschaftsintensität zu einem der Bestandtheile, wie es die Beispiele der Wahlverwandtschaft zeigten. Man hat sich bemüht, durch Versuche Verwandtschaftstafeln einzurichten, in denen die Körper so geordnet sind, wie sie sich gegenseitig aus schon bestehenden Verbindungen ausscheiden. So würde die Reihe Schwefel, Jod, Brom, Chlor, den relativen Verwandtschaftsgrad dieser Körper zum Wasserstoffe zeigen, da die Erfahrung gelehrt hat, daß Schwefelwasserstoff durch Jod, Jodwasserstoff durch Brom u. s. w. zersetzt wird; Schwefel hätte demnach unter diesen vier Körpern die schwächste, Chlor die stärkste Verwandtschaft. So würden Baryt, Strontian, Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Ammoniak eine solche Reihe für die Schwefelsäure geben,

indem jede dieser Basen aus ihrer Verbindung mit der Schwefelsäure durch die vorhergehende ausgeschieden wird. Derlei Verwandtschaftstafeln haben aber nur unter gewissen Bedingungen ihre Richtigkeit, da es durchaus unmöglich ist, alle Umstände, welche auf die Verwandtschaft der darin verzeichneten Stoffe einen Einfluß üben, gleichzeitig mit zu berücksichtigen, daher auch die obige nach der chemischen Heterogenität geordnete Reihe der einfachen Stoffe nicht zugleich als eine Verwandtschaftstafel angesehen werden kann.

b. Durch Einwirkung eines Körpers, der zwar nicht mit größerer Verwandtschaftsintensität wirksam ist, wobei jedoch durch die Tendenz, die einer der neu hervorgehenden Körper zeiget, diesen oder jenen Aggregationszustand anzunehmen, eine Modification des Verwandtschaftserfolges eintreten kann.

c. Durch bloße Einwirkung der Wärme. Hiedurch werden jene Verbindungen zersetzt, welche nur innerhalb bestimmter Grenzen der Temperatur bestehen können, z. B. Quecksilberoxyd, chlorsaures Kali, salpetersaures Kali u. s. w. Hiebei braucht es nicht immer der directen Anwendung von Wärme, sondern jede andere Quelle derselben kann zuweilen genügen, wie es der Schlag oder die Reibung auf Knallquecksilber zeigen.

Ferner werden Trennungen bewirkt:

d. Durch Elektricität. Leitet man nämlich einen elektrischen Strom durch einen zusammengesetzten Körper, von dem die Bedingniß vorausgesetzt ist, daß er ein Leiter der Elektricität sei, so wird derselbe in seine Bestandtheile zerlegt, elektrolysirt; der eine derselben erscheint am +, der andere am — Pole. Hat aber der ausgeschiedene Bestandtheil Verwandtschaft zu dem als Polardraht verwendeten Stoffe, so tritt er sogleich mit demselben in Verbindung. Bei der Elektrolysirung des Wassers erscheint bei Anwendung von Platindraht Wasserstoffgas am — Pole, Sauerstoffgas am + Pole; hingegen erscheint Eisenoxydul, wenn der + Polardraht von Eisen ist. Indeß kann nicht jeder Körper auf diesem Wege zerlegt werden, oder es ist nicht jeder Körper Elektrolyt; derjenige aber, welcher es ist, fordert einen Strom von bestimmter Intensität, deren Größe aber nicht von der Stärke der Verwandtschaft der zu trennenden Bestandtheile abhängt. So wird Wasser viel leichter zersetzt, als Glas, obwohl in jenem durch eine viel größere Verwandtschaft die Bestandtheile zusammengehalten sind, als in diesem. An welchem der beiden Pole der eine und der andere der Bestandtheile eines zusammengesetzten Körpers, Jonen, abgeschieden wird, hängt von dem chemischen Verhalten derselben zu einander

ab. So erscheint aus den Verbindungen der ersten Ordnung nur der Sauerstoff jederzeit am + Pole. Die übrigen Stoffe aber suchte man in eine solche Reihe zu bringen, daß jeder darin vorangehende, wenn er aus einer zersetzbaren Verbindung mit einem der nachfolgenden ausgeschieden wird, am + Pole auftritt, während dieser nachfolgende am — Pole abgelagert wird, wonach die Stoffe selbst negativ und positiv genannt werden, gleichsam als wären sie selbst elektrisch und würden dem bekannten Fundamentalgesetze der Elektricität gemäß, von den entgegengesetzt elektrischen Polen angezogen. Diese Reihe ist dieselbe, welche schon oben als die, die chemische Beziehung der Stoffe gegen einander bezeichnende Reihe aufgeführt wurde, und diese Elektrolysirung war ein geeignetes Mittel, die Stelle vieler Stoffe darin zu bestimmen.

Ein anderes Mittel, das zur Aufstellung obiger Reihe dient, ist die Untersuchung, welche der beiden Elektricitäten den verschiedenen Stoffen bei der Zusammenstellung zu einem Volta'schen Elemente zukommt. Bringt man nämlich zwei Metalle mit dem Multiplicator und sie selbst mittelst eines feuchten Leiters mit einander in Verbindung, so findet man aus der Ablenkung der Magnetnadel an dem Multiplicator die Richtung des positiven elektrischen Stromes, und daraus das Verhalten der Metalle gegen einander. Will man z. B. auf diese Art Silber, Zink und Kupfer in die elektrochemische Reihe bringen, so stellt man Silber und Zink, und dann Silber und Kupfer zu einem Elemente zusammen. Sowohl Zink als Kupfer zeigen sich hiebei positiv gegen das negative Silber; untersuchet man nun auch Zink und Kupfer in ihrem Verhalten gegen einander auf dieselbe Art, so zeigt sich, daß Zink auch positiv gegen das Kupfer ist, woraus folgt, daß diese drei Metalle vom Negativen zum Positiven in folgender Ordnung stehen: Silber, Kupfer, Zink.

Die Verbindungen der zweiten Ordnung zerfallen bei der Elektrolysirung in Säuren und Basen, zuweilen auch in ihre Elemente, was insbesonders bei den Salzen in der Einleitung zu den Metallen besprochen werden wird.

e. Durch Einwirkung des Lichtes. Im Allgemeinen ist der Einfluß des Lichtes viel beschränkter, als der der andern Imponderabilien. Obwohl es auch einige Fälle gibt, wo das Licht, und zwar der chemisch wirkende Theil desselben, der violete Strahl, Verbindungen einleitet, wie z. B. zwischen Wasserstoff- und Chlorgas zu Salzsäure, so ist dessen Wirkung doch meistens eine trennende; z. B. Wasser wird von Chlor unter Einfluß des Lichtes zerlegt. Salpetersäure färbt sich gelb, indem sie salpetrige Säure und Sauerstoffgas liefert; Gold, Platin, werden aus ihren Oxyden reducirt, Silberchlorid aus derselben Ursache geschwärzt, Farbstoffe gebleicht u. s. w. (Photographie).

30. Wenn zwei heterogene Körper sich chemisch mit einander vereinigen, so wird sehr häufig ein Freiwerden von Wärme beobachtet, z. B. bei Schwefelsäure und Wasser, Salpetersäure und Kali. Ist die Heterogenität der Stoffe, mithin auch ihre Verwandtschaftsintensität groß, sind die übrigen Umstände dem energischen Verbindungsacte günstig, so wird die Wärme so hoch gesteigert, daß sie von Lichterscheinung begleitet ist, d. h. es erscheint Feuer, wie es z. B. bei Kalium und Chlor der Fall ist. Ein solcher chemischer Verbindungsproceß, welcher von Feuererscheinung, d. i. von Wärme und Lichtentwicklung begleitet ist, heißt Verbrennung, die dabei hervorgehende Verbindung aber Verbrennungsproduct; in dem vorgenannten Beispiele Kaliumchlorid. Dieses Verbrennungsproduct wird in seinen Eigenschaften von denen der Bestandtheile um so gewisser abweichen, als hier die Bedingniß einer großen Heterogenität und daraus folgenden großen Verwandtschaft für dieselben unumgänglich gefordert ist.

Da man in der älteren Zeit nur den einen Körper, der das Feuer hervorbrachte, im Auge hatte, den andern aber dabei ganz übersah, so definirte man die Verbrennung als eine gänzliche Veränderung eines Körpers unter Licht und Wärmeausscheidung, d. i. Feuererscheinung, und suchte die Ursache davon in dem Entweichen eines in dem brennenden Körper hypothetisch angenommenen Stoffes, des Phlogistons. — Später erst gelangte man zur Kenntniß, daß die atmosphärische Luft, und zwar insbesondere der eine Gemengtheil derselben, das Sauerstoffgas, zu den Verbrennungsprocessen unumgänglich nothwendig sei; man fand, daß ein und dieselbe Quantität Luft nur zum Verbrennen einer gewissen Menge eines Körpers die Fähigkeit habe, daß diese Quantität für verschiedene Körper verschieden sei, und daß das Verbrennungsproduct in Bezug des verbrannten Körpers eine Gewichtszunahme erlitten habe, welche gerade dem Gewichte des verbrauchten Sauerstoffgases gleich kam. Man definirte nun die Verbrennung als die Verbindung eines Körpers mit dem Sauerstoffe unter Feuererscheinung, und nannte jene Körper, welche die Verbrennung erleiden, brennbare, combustible Stoffe, diese aber, die Verbrennung unterhaltenden, comburirende oder Zündstoffe. Zu den erstern zählte man Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Metalle, die gewöhnlichen Brennmaterialien; in der Klasse der letztern stand nur der Sauerstoff.

31. Erst in der neueren Zeit fand man, daß nicht nur der Sauerstoff als comburirender Körper auftreten könne, sondern auch andere Stoffe, und daß bei jeder Verbrennung eine Verbindung der zwei hiebei thätigen Stoffe

statt finde; daher die obige Definition auf die Verbindung von was immer für zwei Stoffen unter dem Auftreten von Licht und Wärme ausgedehnt wurde. Bringt man z. B. dünn ausgewalztes Kupferblech in Schwefeldampf, so entsteht unter glänzender Feuererscheinung Kupfersulfurid. Danach erscheinen die Ausdrücke comburirend und combustibel gleichbedeutend mit negativ und positiv, und es ist durch ersteren nur zugleich die mögliche Begleitung des Verbindungsactes von Feuererscheinung angedeutet. So verhält sich das Chlor wohl nicht selbst combustibel gegen den Sauerstoff, aber es erscheint comburirend gegen Metalle, d. h. es ist nicht so stark positiv, um mit dem Sauerstoffe unter Feuererscheinung in Verbindung zu treten, aber so negativ, um unter diesem Phänomen sich mit den Metallen zu vereinigen. — Kohlenstoff hingegen ist combustibel gegen den Sauerstoff, aber nicht comburirend gegen irgend einen Stoff. Schwefel jedoch ist combustibel und comburirend; ersteres ist der Fall, wenn er in atmosphärischer Luft oder im Sauerstoffgase verbrennt, letzteres kann eintreten, wenn er mit Metallen eine Verbindung eingeht. Stickstoff endlich, mit seinen schwachen Verwandtschaftskräften, erscheint weder in der einen noch in der andern Eigenschaft. — Aber nicht nur einfache, sondern auch schon zusammengesetzte Körper zeigen einen so großen Gegensatz, daß ihre Verbindung von Feuererscheinung begleitet sein kann, z. B. Schwefelsäure mit Baryt, beide wasserfrei u. s. w. Daß die Ausdrücke comburirend und combustibel den verschiedenen Stoffen nicht eigentlich eine active oder passive Rolle zuweisen, wird aus dem Gesagten bereits klar sein, und durch einen später zu erwähnenden Versuch noch ersichtlicher gemacht werden.

32. Im Vorigen wurde für das Auftreten einer Feuererscheinung, welche, wie aus der gegebenen Erklärung deutlich hervorgeht, nur so lange, als der Verbindungsact selbst dauert, nicht nur eine hinlängliche Heterogenität der Stoffe gefordert, so daß sie mit großer Verwandtschaftsintensität auf einander wirken, sondern auch Beseitigung aller Umstände, welche der raschen und energischen Durchführung des Verbindungsprocesses hinderlich sind. Baryt und concentrirte Schwefelsäure erhitzen sich im Augenblicke der Vereinigung zum Glühen, nur wenn sie wasserfrei sind, dagegen wird, wenn Wasser bei dem einen oder andern Bestandtheile mit im Spiele ist (wasserhaltiger Baryt oder wasserhaltige Säure), die Temperaturserhöhung desto kleiner, je größer diese fremdartige Beimengung ist, weil ein Theil der in beiden Fällen in gleicher Größe entwickelten Wärme sogleich vom Wasser aufgenommen wird, um mit dem Verbrennungsproducte in das Gleichgewicht der Wärme zu kommen, daher sie nicht nur

nicht als Lichterscheinung auftritt, sondern sogar unmerklich werden kann. Das bei der unmittelbaren Berührung des Kaliums mit dem Wasser schnell frei werdende Wasserstoffgas entzündet sich, wie es an die atmosphärische Luft tritt, das unter demselben Umstande aus Kaliumamalgam nur allmälich sich entwickelnde aber nicht.

33. Obwohl nun über den wirklichen Vorgang der Verbrennung als Thatsache die richtige Ansicht in der oben gegebenen Definition entwickelt ist, so war man doch nicht im Stande, mit gleicher Gewißheit auszusprechen, woher bei diesem Processe Licht und Wärme komme.

Stahl versuchte zuerst eine Theorie der Verbrennung zu geben. Er nahm an, jeder brennbare Körper enthalte den schon oben erwähnten eigenen Stoff, Phlogiston, welcher durch sein Entweichen das Phänomen des Feuers hervorbringe, während der seines Phlogistons beraubte Körper dadurch in ganz verändertem Zustande zurückbliebe. Würde sodann ein solcher dephlogistisirter Körper mit einem andern viel Phlogiston enthaltenden Körper erhitzt, so könnte er wieder die verlorne Menge Phlogiston erhalten, und in seiner ursprünglichen Gestalt auftreten (dephlogistisiren und phlogistisiren). Auf diese Art waren z. B. Blei und andere brennbare Körper nicht einfache Stoffe, sondern aus einem erdartigen Stoffe (dem jetzigen Bleioxyde) und dem Phlogiston zusammengesetzt. Erhitzt man das Blei, so verbrennt es, d. h. nach der damaligen Theorie entwich das Phlogiston, und der erdartige Körper blieb zurück, nach der gegenwärtigen verbindet es sich mit dem Sauerstoffe und wird zu Bleioxyd. Erhitzt man jenen erdartigen Körper (das Bleioxyd) mit der an Phlogiston sehr reichen Kohle, so nimmt es nach jener Theorie aus derselben Phlogiston auf und erscheint wieder in der ursprünglichen Form; nach der jetzigen entreißt die Kohle dem Bleioxyde den Sauerstoff und das einfache Blei ist wieder hergestellt. Nach jener Theorie war also dort eine Zersetzung, wo man jetzt eine Verbindung sieht, und der Ausdruck dephlogistisiren zeigte denselben Erfolg an, welchen man nun unter dem Ausdrucke oxydiren begreift.

Als nach Entdeckung des Sauerstoffes die Verbrennung als eine unter Feuererscheinung vor sich gehende Verbindung eines brennbaren Körpers mit dem Sauerstoffe erkannt wurde (Lavoisiers antiphlogistische Theorie), glaubte man die Ursache der Feuererscheinung in dem Freiwerden der latent gewesenen Wärme suchen zu müssen, welcher der Sauerstoff seinen gasförmigen Zustand zu verdanken hat, indem er bei diesem Processe eine bedeutende Verdichtung zu einem festen Körper erlitt, wie z. B. beim Verbrennen des Eisens im Sauerstoffgase zu Eisenoxyd, einem starren Körper. Da man aber auch Körper unter Feuererscheinung sich vereinigen sah, wo das Sauerstoffgas nicht nur keine Verdichtung erlitt, sondern sogar der zweite Körper aus dem starren Zustande in die Gasform

überführt wurde, wie beim Verbrennen des Schwefels zu schwefligsaurem Gase, der Kohle zu kohlensaurem Gase, oder wo sogar der Sauerstoff in starrer Form angewendet wurde, und doch ein gasförmiges Product zum Vorschein kam, wie beim Verbrennen der Kohle auf Kosten des im Salpeter chemisch gebundenen Sauerstoffes, so konnte in der Verdichtung des Sauerstoffgases und im Freiwerden der latent gewesenen Wärme durchaus nicht die genügende Erklärung zu finden sein. Man suchte sie nun in der verminderten Wärmecapacität des Verbrennungsproductes, in Bezug derjenigen, welche den bei der Verbrennung thätigen Elementen zukommt, wodurch dasselbe nicht alle Wärme in sich zu behalten im Stande ist, welche von denselben mitgebracht wird, und welche daher frei gegeben werden muß. Aber auch dieser Grund war nicht zulässig, indem die Wärmecapacität einiger Verbrennungsproducte zuweilen größer ist, als die Summe der Capacitäten der beiden an der Verbrennung Theil nehmenden Stoffe, wie es z. B. bei der Verbrennung des Wasserstoffgases im Sauerstoffgase zu Wasser der Fall ist, wobei Temperaturserniedrigung, und nicht Erhöhung entstehen sollte, während doch gerade in diesem Falle der größte bekannte Hitzegrad hervorgebracht wird.

34. In der neuern Zeit hat die auf Beobachtungen und Versuche begründete Analogie zwischen den elektrischen und chemischen Wirkungen eine neue Theorie, die **elektrochemische Theorie**, hervorgerufen. Die ihr zu Grunde liegenden Thatsachen sind folgende: Kein chemischer Proceß geht vor sich, ohne erweisliche Entwicklung von Elektricität, so wie umgekehrt Contactselektricität nicht ohne chemische Wirkung auftritt. Je größer die Heterogenität der Stoffe, desto größer ist die Verwandtschaftsintensität zwischen denselben, desto größer auch die elektrische Spannung bei ihrer gegenseitigen Berührung. Durch Wärme wird die Intensität der Verwandtschaft erhöht, aber auch die des elektrischen Zustandes; hat diese Steigerung die gehörige Höhe erreicht, so erfolgt dort die chemische Verbindung der Stoffe, hier die Vereinigung der zwei Elektricitäten. In jenem Falle ist Entwicklung von Wärme und nicht selten von Licht das Phänomen, welches den Verbindungsact der ponderablen Stoffe begleitet; hier ist der Funke dasjenige Phänomen, wodurch sich die Neutralisation der zwei Elektricitäten zu erkennen gibt, und wodurch die höchsten Hitzegrade und stärkste Lichtentwicklung hervorgerufen werden kann. In beiden Fällen sind Gegensatz, Streben des Heterogenen nach Vereinigung, und Verlust des früheren Zustandes die Hauptmomente.

Diese Thatsachen stehen sehr gut im Einklange mit der Vermuthung, daß die chemische Anziehung heterogener Körper den bei der gegenseitigen Berührung rege gewordenen elektrischen Zuständen zuzuschreiben sei, und daß nach hinlänglicher Steigerung der chemischen, so wie der elektrischen Intensität die Vereinigung der ponderablen Stoffe zu einem gleichartigen Ganzen, und die Neutralisation der zwei entgegengesetzten Elektricitäten in ein und demselben Augenblick erfolge, wonach nun die elektrische Spannung, wie an einer Leidnerflasche nach der Entladung, gänzlich verschwunden ist. Wärme und Lichtentwicklung hat demnach ihren Grund in der Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricitäten; Feuer ist das den Verbindungsact der ponderablen Stoffe begleitende Phänomen, als was es oben erkannt wurde.

So wie sich bei einer schwachen elektrischen Säule (bei geringer elektrischer Spannung) kein Funke entlocken läßt, wie ferner auch eine stark geladene Flasche (also bei großem elektrischen Gegensatze) sich auch ohne Funken allmälich entladen läßt, z. B. durch entgegen gehaltene Spitzen, durch allmäliche Berührung der innern und äußern Belegung, so wird die Verbindung zweier Körper bei schwachen Verwandtschaftskräften nicht gleichzeitig als Verbrennung auftreten, und eben so wird bei ungünstig waltenden Umständen, wo die Verbindung allmälich und langsam vor sich gehet, die Wärme zu viel abgeleitet, und daher nicht so hoch gesteigert, daß sie als Lichterscheinung auftreten könnte, wie es die oben angeführten Beispiele der wasserhältigen Schwefelsäure mit Baryt, des Kaliums im Amalgam mit dem Wasser zeigen.

Einige Körper, als: Chromoxydul, Zirconerde, u. e. a. zeigen, einer gewissen Temperatur ausgesetzt, eine Feuererscheinung, von der sie plötzlich durchfahren werden, ohne hiebei eine andere chemische Veränderung nachweisen zu können, als daß sie ihre Verwandtschaft zu andern Körpern verloren haben. Man glaubt sie auf eine ähnliche Art zu erklären, indem man eine Veränderung in der Anordnung der Atome vermuthet, wonach sich manche Körper in zwei verschiedenen Graden von Innigkeit zu verbinden im Stande wären. — Keine Erklärung in der aufgestellten Theorie finden jedoch diejenigen Fälle, wo gerade umgekehrt der Zersetzungsproceß einiger Körper von Feuererscheinung begleitet ist, z. B. die Zersetzung des Stickstoffchlorids, des Wasserstoffsuperoxyds u. s. w.

35. Wird aber eine Verbindung zweier Stoffe der Wirkung der elektrischen Säule ausgesetzt, so wird sie zerlegt, und jeder Bestandtheil erscheint gerade an demjenigen Pole, dessen entgegengesetzte Elektricität er bei der Berührung mit dem andern zeigte. (Siehe Elektrolysirung 29.)

Der Zusammenhang zwischen chemischen und elektrischen Kräften geht bei dieser Elektrolysirung insbesondere daraus hervor, daß die Menge des zersetzten Körpers der Quantität der Elektricität proportionirt ist, welche

durch die Kette strömt, und daß von verschiedenen Körpern durch dieselbe Menge von Elektricität wohl verschiedene Quantitäten zersetzt werden; diese Quantitäten aber in den im Folgenden zu besprechenden stöchiometrischen Verhältnissen der Körper stehen.

3. Stöchiometrie. — Chemische Zeichenschrift.

36. Die chemischen Verbindungen der verschiedenartigen Stoffe erfolgen nicht in allen denkbaren, sondern nur in wenigen bestimmten und unveränderlichen Verhältnissen des Gewichtes, was schon oben 6. als wesentlicher Charakter derselben angegeben wurde; z. B. Wasser, Salpeter, Schwefelsäure haben immer und unter allen Umständen dieselbe Zusammensetzung. Derjenige Theil der Wissenschaft, welcher sich mit Feststellung dieser Quantitätsverhältnisse und deren praktischen Anwendung beschäftiget, heißt **Stöchiometrie**. Die Erfahrung hat hiebei Folgendes gelehrt:

A. **Für einfache Stoffe.** Einfache Stoffe verbinden sich mit andern einfachen Stoffen zu wahrhaft chemischen Zusammensetzungen nur in einem einzigen unveränderlichen Gewichtsverhältnisse, a: b, oder in mehren doch so bestimmten Verhältnissen, daß bei gleichbleibender Menge des positiven Körpers a die Menge des negativen sich durch ein Vielfaches der kleinsten Menge b mit einer ganzen Zahl, oder einem sehr einfachen Bruche ausdrücken läßt, nämlich durch b, $1\frac{1}{2}$b, 2b, $2\frac{1}{2}$b, 3b, 4b u. s. w. (**Gesetz der Vielfachen.**)

Silber und Sauerstoff verbinden sich mit einander nur in dem einzigen unveränderlichen Verhältnisse von 135: 10, und bilden 145 Silberoxyd; eben so treten Chlor und Wasserstoff nur in dem Verhältnisse von 44 : 1.25 zu Salzsäure zusammen, hingegen 17.7 Stickstoff mit 100, 200, 300 und 500 Sauerstoff zu Stickstoffoxydul, Stickstoffoxyd, salpetriger Säure und Salpetersäure; 100 Blei mit 7.7, 11.5, 15.4 Sauerstoff, welche Zahlen sich wie 1 : $1\frac{1}{2}$: 2 verhalten.

Dieses Gesetz der multiplen Verhältnisse ist nur dann gleich auf den ersten Blick zu erkennen, wenn die Angabe der Gewichtsmenge der beiden Bestandtheile auf den verschiedenen Verbindungsstufen auf eine gleiche Größe des einen derselben berechnet ist. So muß man die in Procenten gemachte Angabe der Zusammensetzung der beiden Zinnoxyde auf 100 Zinn oder auf 100 Sauerstoff reduciren, nämlich

100 Zinnoxydul bestehen aus 88.03 Zinn und 11.97 Sauerstoff,
100 Zinnoxyd » » 78.62 » » 21.38 » .

Nach der erwähnten Reduction ergibt sich:

100 Zinn verbinden sich mit 13.6 Sauerst., o. 100 Sauerst. mit 735.4 Zinn zu Oxydul,
100 » » » » 272 » » 100 » » 367.7 » » Oxyd.

Die Gewichtsmengen, in welchen die verschiedenen Elemente mit irgend einem in Verbindung treten, bleiben auch für ihre Verbindungen unter sich die nämlichen. (Gesetz der Aequivalente.)

Wenn es bekannt ist, daß 18.7 Wasserstoff,
66 Chlor,
30.18 Schwefel,
194 Blei mit 15 Sauerstoff in Verbindung treten, so ist hiedurch, wie die Erfahrung lehret, auch gegeben, in welchem Verhältnisse sich Schwefel mit Wasserstoff, Chlor mit Wasserstoff, Chlor mit Blei, Blei mit Schwefel u. s. w. verbinden, in so fern überhaupt Verwandtschaft zwischen diesen Stoffen herrscht. Man hat daher nur nöthig gehabt, die Quantität aller einfachen Stoffe auszumitteln, in der sie mit irgend einem in die Verbindung treten, um alle Verbindungen der ersten Ordnung in ihrer quantitativen Zusammensetzung festzustellen. Diese Bestimmung ist von Einigen für den Wasserstoff gemacht, dessen Quantität gegen diejenigen, in welchen alle andere Stoffe in Verbindung treten, die kleinste ist; gewöhnlich wird sie auf den Sauerstoff bezogen, da derselbe als der negativste Körper mit allen andern besonders unwandelbare Verbindungen eingeht, diese auch aus eben dieser Ursache am meisten untersucht sind.

Man nennt die, den verschiedenen Stoffen zukommenden Zahlenwerthe, nach welchen sie sich sowohl mit dem Sauerstoffe, dessen Menge als 10, 100 oder 1000 angenommen wird, als auch unter sich vereinigen, die stöchiometrischen Zahlen, Mischungsgewichte, auch Aequivalente. Letzterer Name rührt daher, weil nach dem Obigen diese Zahlen auch die Menge eines jeden Stoffes angeben, welche nothwendig ist, um einen andern in irgend einer Verbindung zu ersetzen. Will man z. B. in dem Bleioxyde den Sauerstoff durch Chlor ersetzen, so müßte nach den obigen Angaben auf 15 des ersteren, 66 Chlor in die Zusammensetzung treten, da gerade diese Quantitäten einander äquivaliren, vorausgesetzt, daß sie in demselben einfachen oder vielfachen Verhältnisse der Mischungsgewichte mit dem Blei in Verbindung treten.

Sehr häufig ist es der Fall, daß ein Metall, welches sich mit dem Sauerstoffe in mehreren Verhältnissen vereinigen kann, in denselben multiplen Verhältnissen mit dem Chlor, und auch mit dem Schwefel in Verbindung tritt. Man sagt sodann, die Chlorverbindung correspondire mit der Sauerstoffverbindung. So kömmt auf 1 M. G. Zinn im Oxydule 1 M. G. Sauerstoff, im Chlorür 1 M. G. Chlor; im Oxyde aber auf dieselbe Menge Zinn 2 M. G. Sauerstoff, so wie auch 2 M. G. Chlor im Chloride.

Zur Feststellung der quantitativen Zusammensetzung irgend einer Verbindung sind daher die stöchiometrischen Zahlen der beiden Bestandtheile zu wissen nöthig, und zugleich in dem wie Vielfachen des einfachen Mischungsgewichtes der negative Bestandtheil in die Verbindung tritt. So ist die Zusammensetzung der Salpetersäure 17.7 Stickstoff mit 50 Sauerstoff (zu 67.7 Gewichtstheilen derselben), da es bekannt ist, daß 17.7 und 10 die stöchiometrischen Zahlen des Stickstoffes und Sauerstoffes sind, und letzterer in dem Fünffachen seines Mischungsgewichtes mit dem Stickstoffe zu dieser Verbindung zusammentritt, eben so bilden sich:

50.1 Schwefelsäure	aus 20.1	Schwefel	(1 M. G.)	und 30	Sauerstoff	(3 M. G.),
59 Kali	» 49	Kalium	(1 M. G.)	» 10	»	(1 M. G.),

u. s. w.

37. Im Vorhergehenden wurde von den Verhältnissen gesprochen, in denen sich dem Gewichte nach die verschiedenartigen Körper, feste, tropfbare und gasförmige mit einander verbinden; unterziehet man aber insbesondere die Körper, welche in Gasform vorkommen, oder leicht in dieselbe versetzt werden können, der Untersuchung, so findet man, daß dieselben auch in sehr einfachen Verhältnissen der Volumen zusammengesetzt sind.

1 Vol.	Sauerstoffg.	u. 1 Vol.	Stickgas	bilden 2 Vol.	Stickstoffoxydgas;	
1 »	Wasserstoffg.	» 1 »	Chlorgas	» 2 »	salzsaures Gas;	
1 »	Sauerstoffg.	» 2 »	Wasserstoffg.	» 2 »	Wasserdampf,	(2/3 d. früh. Vol.);
1 »	Sauerstoffg.	» 2 »	Stickstoffgas	» 2 »	Stickstoffoxydulg.,	(2/3 » »);
3 »	Wasserstoffg.	» 1 »	Stickstoffgas	» 2 »	Ammoniakgas,	(1/2 » »).

Aus diesen Beispielen ist zugleich zu ersehen, daß das Product gasförmiger Elemente rücksichtlich seines Volumens entweder der Summe der Volumen der Bestandtheile gleich ist, oder ein sehr einfaches Verhältniß zu dem seiner Bestandtheile zeigt, wie es auch durch die beistehenden Condensationscoefficienten ausgedrückt ist.

38. Das bisher Gesagte ist das reine unbestrittene Resultat der Erfahrung; über die Ursache dieser Gesetze hat man sich folgende Vorstellung gemacht:

Nach der Ansicht der Atomiker ist eine chemische Verbindung nur eine Nebeneinanderlagerung der Atome der verschiedenartigen Stoffe; die Atome selbst erleiden keine Veränderung in ihrem Wesen, und die neuen Eigenschaften der chemischen Verbindung gehen daher nur aus der Zusammengruppirung dieser untheilbaren Partikeln hervor. Es ist hiebei am einfachsten zu denken, daß sich 1 Atom des einen Körpers mit 1, 2, 3... Atomen des anderen Körpers gruppirt hat, wodurch ein zusammengesetztes Atom, das Atom des zusammengesetzten Körpers, gebildet ist, welches

nun wegen der inwohnenden Kraft der Verwandtschaft mechanisch eben so untheilbar gedacht werden muß, als jene elementaren.

Da nun die obigen bestimmten Gewichtsverhältnisse nicht nur in größeren Massen, sondern auch in den kleinsten Quantitäten zu finden sind, daher auch in dem, durch die Gruppirung der Elementaratome entstandenen zusammengesetzten Atome gedacht werden müssen, so ist es klar, daß das Gewicht der Atome der verschiedenartigen Körper in demselben Verhältnisse stehen müsse, wie es durch die stöchiometrischen Zahlen ausgedrückt wird, oder daß die stöchiometrischen Zahlen der verschiedenen Stoffe zugleich das relative Gewicht ihrer Atome bezeichnen, vorausgesetzt, daß die in Verbindung tretenden Quantitäten beider Stoffe gleichviel Atome enthalten.

Da nun ferner die Vereinigung der Körper nur nach Atomen, nicht nach Bruchtheilen eines Atoms geschehen kann, so folgt die Verbindung der Körper nach multiplem Verhältnisse als nothwendig daraus, und das obige Gesetz spricht sich in folgenden Worten aus: 1 oder 2 Atome des positiven Körpers verbinden sich mit 1, 2, 3... Atomen des negativen Körpers. In diesem Ausdrucke ist zugleich das zweite Gesetz der Aequivalente enthalten, indem die Körper nur nach Atomen in die Verbindung treten können, und 1 Atom eines Körpers in einer Verbindung nur durch 1 Atom eines andern, nicht aber durch Bruchtheile desselben, die dem Begriffe eines Atoms zuwider sind, ersetzt werden kann.

Es ist klar, daß, wenn die Verhältnisse der verschiedenen Gewichtsmengen, welche ein und derselbe Körper von einem zweiten aufzunehmen im Stande ist, nicht auf ganze Zahlen zurückführbar, sondern durch irrationale Zahlen, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$... gegeben wären, was an sich nicht unmöglich gedacht werden muß, diese Vorstellung nicht Platz greifen könnte. — Zur Feststellung der quantitativen Zusammensetzung einer Verbindung ist daher das relative Atomgewicht der Bestandtheile, und die Anzahl der in die Verbindung tretenden Atome, zu wissen nothwendig.

1 Atom Eisenoxydul besteht aus 1 Atom Eisen und 1 Atom Sauerstoff,
1 „ Eisenoxyd » „ 2 » » „ 3 » » ,
welch letzteres dasselbe Verhältniß ausdrückt, als 1 M. G. Eisen mit 1½ M. G. Sauerstoff.

Aber selbst die relativen Atomgewichte bleiben in so ferne unsicher, (das absolute auszumitteln, ist ohnedies eine Unmöglichkeit) als die Anzahl der Atome nicht mit Gewißheit angegeben werden kann, die zur Bildung eines chemisch zusammengesetzten Körpers zusammentreten. Durch die

Erfahrung sind nur die bestimmten Gewichtsmengen gegeben, d. i. die Producte der Atomgewichte in die Anzahl derselben, wovon der erste Factor unsicher bleibt, so lange der zweite nicht bestimmt gekannt ist. Wenn es daher auch heißt: 1 Atom von A verbindet sich mit 1 Atom von B, um eine Verbindung hervorzubringen, so ist es doch nicht unmöglich, daß sich 1 Atom von A mit 2 Atomen von B, oder 2 Atome von A mit 3 Atomen von B, u. dgl. zu derselben Verbindung zusammengesetzt hätten, wenn die Gewichte dieser Atome auf die Hälfte, das Drittheil u. s. w. herabgekommen wären. Man hat die Anzahl der Atome eines Körpers in einer Verbindung nur nach Gründen der Wahrscheinlichkeit festgesetzt. Hieraus erklären sich verschiedene Abweichungen in den Atomgewichten und der Zahl, in welcher sie in Verbindung treten. So findet man die Atomgewichte einiger Körper und insbesondere gasförmiger, oder solcher, die leicht in Gasform versetzt werden, in vielen chemischen Abhandlungen nur halb so groß, als in anderen, dagegen aber in doppelt so großer Anzahl in die Verbindung getreten, wodurch dasselbe Endresultat erhalten wird. So heißt es z. B. bei der Zusammensetzung des Wassers, es habe sich 1 Atom Sauerstoff (im Gewichte 100) mit 1 Atom Wasserstoff (im Gewichte 12) zu 112 Wasser verbunden, während andere dieses Atom Sauerstoff mit 2 Atomen Wasserstoff in die Verbindung getreten denken, dem Wasserstoffatom aber nur das Gewicht 6 beilegen, was nun ebenfalls 112 Wasser ausmacht. Die Erfahrung bestimmt hierüber nichts, indem sie nur angibt, daß 100 Gthle. Sauerstoff mit 12 Gthlen. Wasserstoff in der Verbindung von 112 Gthlen. Wasser enthalten seien, ohne anzugeben, durch wieviel Atome diese Gewichte hervorgebracht werden. Jene, welche die Halbirung der Atomgewichte vorgenommen hatten, beabsichtigten die Angabe nach Gewichtsatomen mit der nach Volumsatomen übereinstimmend zu machen, da es ebenfalls eine ausgemachte Wahrheit ist, daß sich dem Raume nach 1 Volum Sauerstoffgas mit 2 Volumen Wasserstoffgas zu Wasser vereinigen. Es ist hiedurch vorausgesetzt, daß die Atome der elementaren Gase (bei gleicher Temperatur und gleichem Drucke) eine gleiche Größe besitzen, wonach gleiche Volumen verschiedener Gase eine gleiche Anzahl Atome enthalten müssen. Wird daher die Verbindung gasförmiger Körper nach dem Volum gegeben, so ist hiedurch auch die Anzahl der Atome, so wie deren Gewicht, beides relativ gegeben; die Anzahl ist nämlich gleich der Anzahl der Volume, das Gewicht proportionirt der Dichte der Gase, (im obigen Beispiele ist 1.1026 : 0.0688 das Verhältniß der Dichte, ganz gleich mit dem Verhältnisse der Atomgewichte 100 : 6.24).

So wie vom Wasserstoffe hat man aus gleicher Ursache die Atomgewichte vom Azot, Chlor, auch anderen leicht in den Gaszustand versetzbaren Körpern, als: Brom, Jod, Cyan, Fluor (nach Analogie des Verhaltens seiner Verbindungen mit dem der vorhergehenden) auf die Hälfte herabgesetzt. Auch ist ersichtlich, daß in diesem Falle Atomgewicht nicht zugleich Aequivalent ist, indem bei diesen Körpern erst durch das zweifache Atomgewicht diejenige Menge gegeben ist, welche die stöchiometrische Menge oder das Atomgewicht eines anderen Körpers, bei dem eine solche Halbirung nicht vorgenommen wurde, in einer Verbindung ersetzen kann. So können 22 Chlor, als das Atomgewicht, nach dieser letztern Ansicht nicht zugleich das Aequivalent für 10 Sauerstoff sein, wenn im Kali das Oxygen durch Chlor ersetzt werden soll, sondern es müssen 44 Chlor, das zweifache Atomgewicht desselben genommen werden. Man nennt sodann dieses Aequivalent auch Doppelatom, um anzudeuten, daß das zweifache Atomgewicht nothwendig zusammengehöre.

Bei der Ausmittlung der Anzahl der Atome für andere Stoffe, die erst in höherer Temperatur in Gasform übergehen, zeigte sich eine solche Abweichung, daß die erwähnte Hypothese einer gleichen Anzahl von Atomen in gleichen Volumen nicht Anwendung finden konnte. In diesem Falle hat man zu anderen Beobachtungen seine Zuflucht genommen, welche hier um so mehr unberücksichtiget bleiben können, als ohnedies nur allein die eigentlichen Mischungsgewichte die sicheren Resultate der gemachten Analysen sind.

Die oben (Seite 6) aufgestellte Tabelle der einfachen Körper enthält zugleich die Atomengewichte derselben, das des Sauerstoffes für 10 angenommen.

39. Ehe zu dem für die Verbindung zusammengesetzter Körper geltenden Gesetze übergegangen wird, soll sogleich der in der Chemie üblichen Zeichenschrift gedacht werden, welche als höchst wichtige Ergänzung der jetzt allgemein üblichen chemischen Nomenclatur angesehen werden kann, da durch Hilfe derselben die Zusammensetzung der Körper schon auf den ersten Blick vollkommen ersichtlich gemacht wird, und dadurch besonders in den Zusammensetzungen höherer Ordnungen Beziehungen entdeckt werden, welche mit Worten nicht ohne Weitläufigkeit angegeben werden können.

Jedes Element wird durch den Anfangsbuchstaben seines lateinischen Namens vorgestellt; nur wenn die Namen zweier oder mehrer Elemente mit demselben Buchstaben anfangen, so wird bloß der erste derselben auf diese Weise bezeichnet, die darauf folgenden (oder später entdeckten) aber

durch Anhängung des darauf folgenden nicht gemeinschaftlichen Buchstabens unterschieden. So wird Wasserstoff (Hydrogenium), Stickstoff (Nitrogenium), Kalium, durch H, N, K bezeichnet, Kohlenstoff (Carbonium), Chlor, Chrom, Kupfer (Cuprum), Cobalt, Cadmium, Calcium, durch C, Cl, Cr, Cu, Co, Cd, Ca, wie es in der gerade erwähnten Tabelle zu ersehen ist. — Ein solches Zeichen bedeutet aber nicht eine unbestimmte Menge eines Elementes, sondern nur ein Atom desselben, oder dessen relatives Gewicht. Mehre Atome desselben Elementes bezeichnet man in der weiteren Zusammensetzung durch Zahlen, die man entweder vor das Zeichen schreibt (nach Art eines Coefficienten), oder durch kleine Zahlzeichen, die man an das Zeichen rechts oben (in Form eines Exponenten), oder auch unten anhängt; z. B. 2Fe, Fe^2, Fe_2 bedeutet, daß 2 Atome von Eisen genommen werden.

40. Die Verbindungen der ersten Ordnung werden bezeichnet, indem die Zeichen ihrer Elementarbestandtheile mit der rechts oben angehängten Atomenzahl neben einander gestellt werden. Gewöhnlich wird das Zeichen des negativen Bestandtheiles hinter dem des positiven gesetzt. Hiebei sind besonders zwei Abkürzungen eingeführt. a. In den Oxygenverbindungen drückt man das Oxygenatom durch einen über das Zeichen des Radicals gemachten Punkt aus, und vervielfältiget denselben nach der Anzahl der Oxygenatome. b. Das Doppelatom eines Körpers wird, anstatt durch das angehängte kleine Zahlzeichen, nur durch einen Querstrich angezeigt, welcher durch den unteren Theil des Anfangsbuchstabens dieses Körpers durchgezogen wird; z. B.

Silberoxyd	$\dot{Ag}$	Wasser	~~$\dot{H}$~~
Chlorwasserstoffsäure	~~HCl~~	Kohlenoxyd	$\dot{C}$
Stickoxydul	~~$\dot{N}$~~	Kohlensäure	$\ddot{C}$
Stickoxyd	~~$\ddot{N}$~~	Schwefelsäure	$\dddot{S}$
Salpetrige Säure	~~$\dddot{N}$~~	Ammoniak.	~~NH~~^{3}
Salpetersäure.	~~$\ddddot{N}$~~	Kohlenstickstoff (Cyan)	~~CN~~=~~C~~y
Eisenoxydul	$\dot{Fe}$	Cyansäure	~~$\dot{C}$~~y
Eisenoxyd	$\dddot{Fe}$	Cyanwasserstoffsäure. .	~~C~~y~~H~~

41. B. Für zusammengesetzte Körper. Die nach Vorigem zusammengesetzten Körper der ersten Ordnung verbinden sich auf ähnliche Weise, wie die einfachen Stoffe, nur in bestimmten Verhältnissen ihrer (ein- oder mehrfachen) Mischungsgewichte, welche durch die Summirung der M. G. ihrer Bestandtheile erhalten werden, oder die Atome eines zusammengesetzten Körpers der ersten Ordnung (deren Gewicht durch die

Summe der Gewichte der elementaren Atome gegeben ist) lagern sich mit denen eines anderen Körpers derselben Verbindungsstufe in bestimmter Zahl, und bilden ein Atom der folgenden Ordnung.

Die Bezeichnung der auf dieser Stufe der Zusammensetzung stehenden Verbindungen geschieht ebenfalls durch Nebeneinanderstellung der den Bestandtheilen zukommenden Formeln, unter Anwendung eines dazwischen gesetzten + Zeichens, um die binäre Constitution ersichtlicher zu machen. Gewöhnlich wird auch hier das Zeichen des positiven Bestandtheiles, mithin der Basis vorausgesetzt. Bedienet man sich zur Bezeichnung der Sauerstoffverbindungen der darüber gemachten Punkte, so kann das + Zeichen hinweggelassen werden; z. B. es verbinden sich:

1 At. Kali	mit 1 At. Salpetersäure	zu 1 At. Salpeter,	$KO+N^2O^5=\dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$,
1 „ „	„ 1 „ Schwefelsäure	„ 1 „ schwefels. Kali,	$\dot{K}\dddot{S}$,
1 „ „	„ 2 „ „	„ 1 „ saur. schwefels. Kali,	$\dot{K}\dddot{S}^2$,
1 „ Thonerde	„ 3 „ „	„ 1 „ schwefels. Thonerde,	$\dddot{Al}\dddot{S}^3$,

u. s. w.

Setzt man nun wirklich die Atomgewichte der Bestandtheile, so erhält man:

59 Kali	mit 67.7 Salpetersäure	geben 126.7 Salpeter,	
59 „	„ 50.1 Schwefelsäure	„ 109.1 schwefelsaures Kali,	
59 „	„ 100.2 „	„ 159.2 saures schwefels. Kali,	
64.2 Thonerde	„ 150.3 „	„ 214.5 schwefelsaure Thonerde.	

Soll daher die Zusammensetzung eines Körpers der zweiten Ordnung angegeben werden, so zerlegt man denselben in seine nähern, und diese in die Elementarbestandtheile. Durch Summirung der Gewichte der Atome, unter Berücksichtigung ihrer Anzahl, erhält man die Atomgewichte der Verbindungen der ersten, so wie der folgenden Ordnung; z. B.

Salpetersaures Silberoxyd 212.7	Salpetersäure 67.7	Stickstoff 17.7
		Sauerstoff 50
	Silberoxyd 145	Silber 135
		Sauerstoff 10

In den Formeln der zusammengesetzten Körper der zweiten Ordnung ist wohl zu unterscheiden, ob die die Anzahl der Atome bezeichnende Ziffer in Form eines Exponenten oder Coefficienten erscheint. Im ersten Falle bezieht sie sich nur auf das Element, über dessen Zeichen sie gesetzt ist, im isolirten oder oxydirten Zustande; im letzteren aber vervielfacht sie die ganze Verbindung, welche durch die darauf folgenden Zeichen ausgedrückt wird. So bezeichnet KS^3 ein Atom dreifach Schwefelkalium, 3KS hingegen 3 Atom des einfach

Schwefelkaliums. In $\dot{K}\dddot{S}^2$ sind mit dem Kaliatome 2 At. Schwefelsäure in Verbindung, wodurch 1 Atom des sauren Salzes entsteht, in $2\dot{K}\dddot{S}$ hingegen ist nur 1 Atom der Säure mit der nämlichen Menge des Kali verbunden, aber von dem daraus hervorgehenden neutralen Salze sind 2 Atome zu nehmen.

42. Was von zusammengesetzten Körpern der ersten Ordnung gesagt wurde, gilt auch für die der zweiten Ordnung, wenn sie in weitere Verbindung treten. So verbinden sich 1 Atom schwefelsaures Kali mit 1 Atom schwefelsaurer Thonerde zu 1 Atom Alaun. Die Bezeichnung dafür ist auf ähnliche Art wie vor; das Zeichen des Alauns ist $\dot{K}\dddot{S} + \dddot{Al}\dddot{S}^3$.

Isomerie. Man kennet Körper, welche eine gleiche Zusammensetzung haben, in Hinsicht ihrer Eigenschaften aber verschieden sind. Solche Körper heißen *isomerisch.* Vollkommene Isomerie, d. i. der Fall, daß verschiedene Körper eine gleiche absolute Zahl der Atome enthalten, wird den neuesten Untersuchungen zu Folge sehr in Zweifel gezogen; so schreibt man z. B. die Verschiedenheit der drei Modificationen der Phosphorsäure, welche man in diese Klasse rechnete, einem verschiedenen Wassergehalte zu. — Im beschränkteren Sinne rechnet man danach diejenigen Körper hieher, in denen nur das Verhältniß der Anzahl der Atome der Bestandtheile gleich, die absolute Anzahl aber verschieden ist. Diese Körper zeigen mithin bei ungleichem Atomengewichte eine gleiche procentische Zusammensetzung. Man nennt sie insbesondere *polymerische Körper.* Ein Beispiel hievon geben mehre Kohlenwasserstoffverbindungen, deren procentische Zusammensetzung 86 Kohlenstoff und 14 Wasserstoff ist, indem sich die Anzahl der Atome des Kohlenstoffes zu der des Wasserstoffes wie 1 : 2 verhält, während man sich doch berechtiget findet, sie nach den Formeln CH^2, C^2H^4, C^4H^8 zusammengesetzt zu halten. Eben so rechnet man hieher Cyan- und Knallsäure. — Endlich gibt es Körper, welche eine gleiche absolute und relative Anzahl der Elementaratome enthalten, deren Gruppirung jedoch eine verschiedene ist; sie heißen *metamerische Körper.* Zinnorydul und schwefligsaures Zinnoryd, $SnO+SO^3$ und SnO^2+SO^2, geben hievon ein Beispiel. Polymerische und metamerische Körper finden sich vorzüglich in der organischen Natur, in welcher sich wenig Elemente in sehr großer Mannigfaltigkeit der Combinationen vereinigen.

Isomorphie. Verschiedene Körper, wenn sie auch nicht aus denselben Bestandtheilen zusammengesetzt sind, können bei ihrem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand eine gleiche Krystallgestalt annehmen; man nennt derlei Körper *isomorph.* Man kann aus diesem Verhalten, wenn die Anzahl der Atome des einen Körpers bekannt ist, auf die Anzahl derselben in dem andern Körper einen Schluß machen. So sieht man z. B. das Aluminiumoryd aus 2 Atomen des Radicals und 3 Atomen Sauerstoff zusammengesetzt an, da es in seinen Salzen Krystalle von derselben Gestalt liefert, wie das Eisenoryd, von welchem diese Zusammensetzung schon längst als richtig angesehen wird, obwohl, wie oben erwähnt wurde, die Anzahl der Atome nicht directe nachgewiesen werden kann.

43. Aus den im Vorhergehenden aufgestellten Gesetzen über die Verbindung der Körper in bestimmten Quantitätsverhältnissen ergeben sich nachstehende Folgerungen.

a. In den Sauerstoffsalzen steht die Sauerstoffmenge der Säure und Basis in einem durch eine ganze Zahl ausdrückbaren, oder doch sonst einfach gestalteten Verhältnisse. — Diejenigen Salze, worin für jedes Sauerstoffatom in der Basis ein Atom Säure enthalten ist, heißen neutral. Da die Kohlensäure 2, die Schwefelsäure 3, die Salpetersäure 5 Atome Sauerstoff enthält, so muß auch in den kohlensauren, schwefelsauren und salpetersauren Salzen, wenn sie neutral sind, die Säure 2, 3, 5mal so viel Sauerstoff enthalten, als die Basis; z. B. schwefelsaures Eisenoxydul und schwefelsaures Eisenoxyd, $\dot{Fe}\dddot{S}$ und $\dddot{Fe}\dddot{S}^3$. — Ist aber die Sauerstoffmenge der Säure größer, als im neutralen, so heißt das Salz sauer, ist sie geringer, basisch. Den Gesetzen der bestimmten Verhältnisse zu Folge vermehrt sich der Gehalt der Säure (oder der Basis) nur in dem Vielfachen der in dem neutralen Salze vorhandenen Menge mit einer ganzen Zahl, und nur selten kommen dazwischen liegende Brüche vor, als: $^3/_2$, $^4/_3$.

Die Verbindung einer Säure mit einer Basis ist eigentlich dann neutral zu nennen, wenn in derselben die Eigenschaften der beiden Bestandtheile sich gegenseitig gänzlich aufgehoben haben, wozu besonders die Fähigkeit auf die Farbe des Lackmus zu wirken gehört. Der Ausdruck neutralisiren wird auch häufig in diesem Sinne genommen, und einer sauer reagirenden Flüssigkeit so viel eines Alkali, und umgekehrt einer alkalisch reagirenden so viel einer Säure zugesetzt, bis die frühere Reaction verschwunden, die dem zugesetzten Stoffe eigene aber noch nicht hervorgetreten ist. Für die Eintheilung der Salze ist jedoch diese Bedingniß, wie es früher der Fall war, nicht mehr zu Grunde gelegt; einerseits wären hiedurch die unlöslichen Salze gänzlich ausgeschlossen, da die genannte Reaction erst durch Hilfe eines Auflösungsmittels statt finden kann, anderseits kommen zuweilen besonders von schwachen Säuren mehre Verbindungsstufen mit ein und derselben Basis vor, von welchen keine mehr als die andere neutral genannt zu werden verdient. Ferner zeigen Untersuchungen, daß eine starke Säure von einer schwachen Basis gar nicht neutralisirt werden könne; so z. B. enthält das schwefelsaure Kali und das schwefelsaure Kupferoxyd 3mal so viel Sauerstoff in der Säure als in der Basis, aber nur die starke Basis, Kali, kann die sauren Eigenschaften der Säure vernichten, nicht eben so das als Basis schwächere Kupferoxyd; ersteres Salz nämlich zeigt sich indifferent, letzteres reagirt sauer. Umgekehrt reagiren alkalische Salze mit schwachen Säuren alkalisch, z. B. das kohlensaure Kali, welches die nämliche Zusammensetzung hat, wie diejenige Reihe der kohlensauren Salze, welche bei weitem die zahlreichste ist, und sich vorzugsweise bildet, nämlich, wo 2mal so viel Sauerstoff in der Säure als in der Basis ist. — Man hat daher für die

Eintheilung der Salze nur das oben ausgesprochene Verhältniß der Sauerstoffmengen in der Säure und Basis gewählt, ohne Rücksicht auf die Reaction des aufgelösten Salzes zu nehmen. — Berzelius nennt diejenige Menge des Sauerstoffes, welchen irgend eine Basis enthalten muß, um mit 100 Theilen einer wasserfreien Säure ein neutrales Salz zu geben, die Sättigungscapacität dieser Säure. Dem gemäß ist die Sättigungscapacität der Schwefelsäure 19.9, was übrigens dasselbe ausspricht, wie die obige Bestimmung, indem in 100 Theilen Schwefelsäure 59.8 Sauerstoff, nämlich das 3fache von 19.9 enthalten ist.

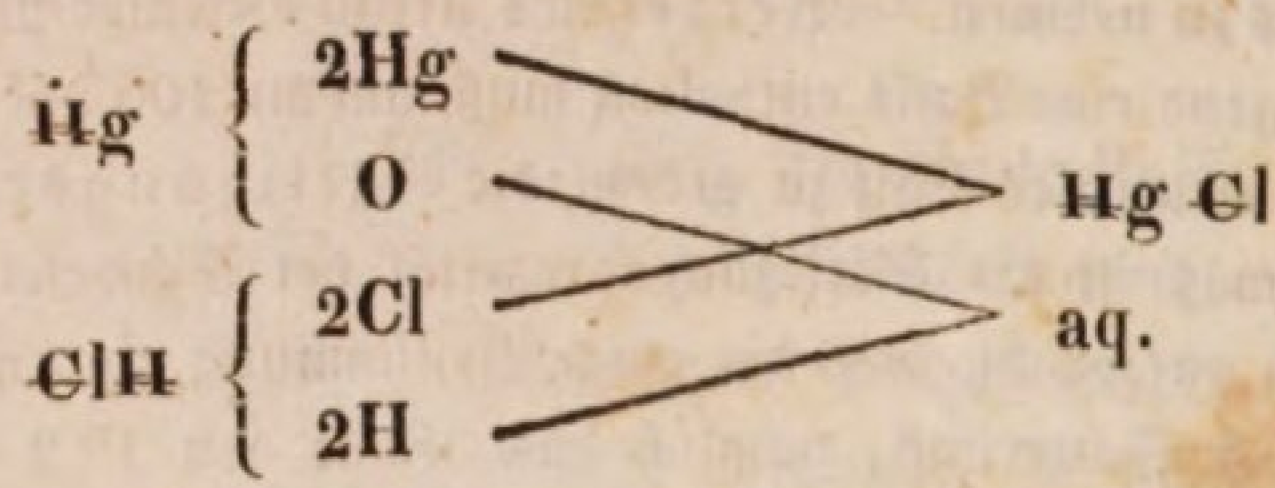
Die Benennungen für die sauren und basischen Salze werden bloß durch Vorsetzung des Wortes sauer oder basisch gebildet; z. B. saures schwefelsaures Kali, basisch schwefelsaures Eisenoxyd. Zur nähern Bezeichnung derselben aber sucht man die verschiedenen Gehaltmengen des Sauerstoffes in der Säure oder Basis im Verhältniß zum neutralen Salze auszudrücken; z. B. doppelt oder 2fach schwefelsaures Kali, welches 2mal so viel Säure als das neutrale enthält; 4fach kleesaures Kali, 1½fach kohlensaures Kali u. dgl. — Ganz übereinstimmend mit diesen Benennungen sind die Namen für die basischen Salze, indem man entweder die Quantität der Säure im neutralen als Einheit läßt, und die im basischen verhältnißmäßig verringerte Menge der Säure durch einen ächten Bruch ausdrückt, oder indem man die Quantität der Basis nach der einfachen Menge im neutralen Salze angibt. So sagt man ⅔ schwefelsaures Eisenoxydul oder 1½fach basisch schwefelsaures Eisenoxydul, ½ schwefelsaures Eisenoxydul oder 2fach basisch schwefelsaures Eisenoxydul u. s. w.

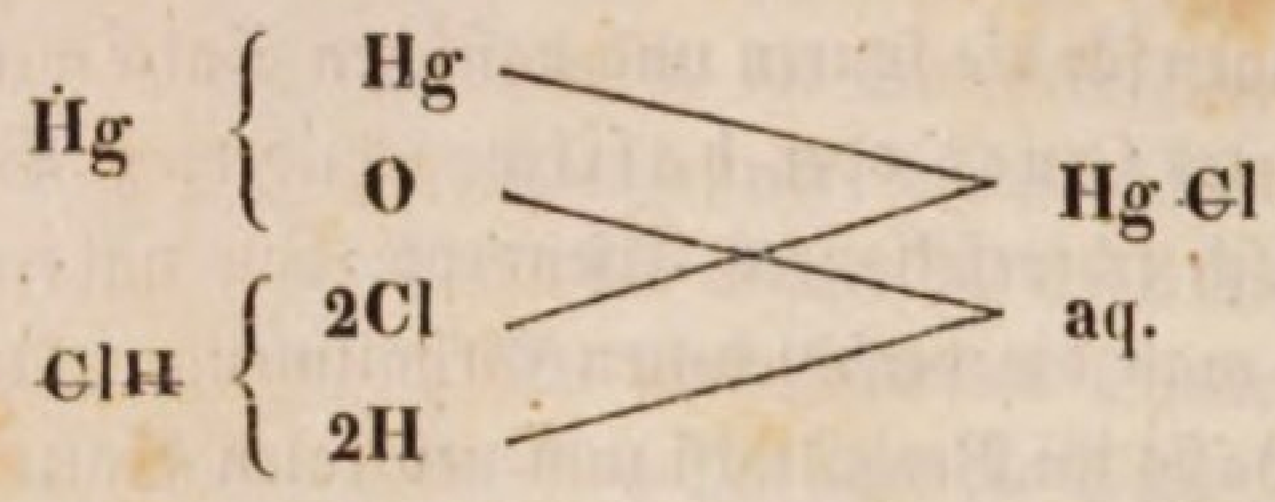
Berzelius setzt bei den basischen Salzen nur jene Zahl vor, welche die hinzugekommene Menge bezeichnet, nicht die ganze Quantität; daher ändert sich 2fach basisch in 1fach, 3/2 in ½ u. s. w. um.

b. Die Radicale in der Säure und Basis eines Salzes sind gerade in einem solchen Verhältnisse vorhanden, als wenn sie selbst sich unter einander verbinden sollten. Im schwefelsauren Eisenoxydul bleibt Schwefeleisen übrig, wenn man die Sauerstoffatome der Säure und Basis hinweg denkt, nämlich 1 At. Eisen und 1 At. Schwefel; umgekehrt enthält Schwefeleisen die Bestandtheile in der Menge, daß es beim längeren Liegen an der Atmosphäre durch Aufnahme von Sauerstoff zu schwefelsaurem Eisenoxydul wird, was durch die diesen Verbindungen zukommenden Formeln versinnlichet wird.

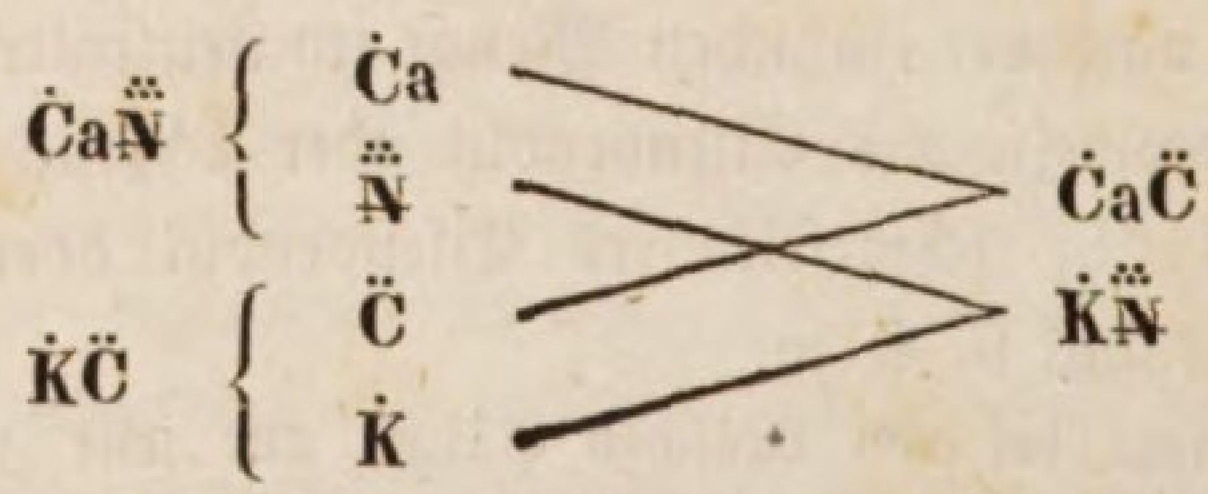
c. Wasserstoffsäuren geben, wenn sie mit einem Metalloxyde zusammentreten, Wasser, und eine Verbindung des Metalles mit dem Radicale der Wasserstoffsäure, wozu nach dem eben Vorhergehenden die Bestandtheile gerade ausreichen; z. B. Kali und Chlorwasserstoff geben Kaliumchlorid und Wasser; Quecksilberoxydul oder Quecksilberoxyd und Chlor-

wasserstoffsäure geben Quecksilberchlorür oder Quecksilberchlorid nebst Wasser, wenn von jedem Stoffe 1 Atom genommen wird.





d. Wenn zwei neutrale Salze in Folge doppelter Wahlverwandtschaft sich zersetzen, so sind die daraus hervorgehenden neuen Salze ebenfalls neutrale. Daß die Salze, um sich gegenseitig vollständig zu zersetzen, im Verhältniß ihrer Atomgewichte genommen werden müssen, ist eine schon früher ausgesprochene Bedingniß; z. B. salpetersaurer Kalk und kohlensaures Kali.



Aus dem durch die chemischen Formeln gebildeten Schema ist die Verwechslung von 1 Atom Kali mit 1 Atom Kalk aufs deutlichste zu erkennen, wie nicht minder die Neutralität der beiden neugebildeten Salze in Folge des vorhandenen Verhältnisses von 5:1 und 2:1 der Sauerstoffmengen der Säure und der Basis.

44. Verbindungen in unbestimmten Verhältnissen gehören nicht unter die eigentlich chemischen Zusammensetzungen, wie es mit den oben erwähnten Auflösungen der Fall ist. Man kann zwar nicht absprechen, daß die Lösungsfähigkeit eines Körpers für einen andern von einer Kraft abhängen muß, welche unter dem Collectivnamen Verwandtschaft begriffen wird, und welche jedenfalls so groß sein muß, daß die Cohäsion des starren oder die Expansion des gasförmigen Körpers, oder wenigstens der Einfluß des specifischen Gewichtes, nach welchem sich zwei Flüssigkeiten über einander lagern würden, überwunden werden kann, woher es auch kommt, daß nicht jeder Körper von jeder Flüssigkeit

aufgelöst wird, wie man die Pulver zweier starren Körper zu einem mechanischen Aggregate zusammenmengen kann; ferner findet sich in den Auflösungen die Homogenität der Masse bis in die kleinsten wahrnehmbaren Theilchen in demselben Grade, wie es bei chemisch zusammengesetzten Körpern der Fall ist. Daß man die Auflösungen dennoch nicht zu den eigentlich chemisch zusammengesetzten Verbindungen rechnet, liegt sowohl in dem Umstande, daß der Charakter der Auflösungen gleichsam das Mittel hält von den Eigenschaften des gelösten Körpers und des Lösungsmittels im Verhältniß ihrer Mengen, als auch in der Unbestimmtheit der Quantitätsverhältnisse, in denen die Lösung eines und desselben Körpers möglich ist, worin daher auch der wesentliche Unterschied zwischen Auflösungen und chemisch zusammengesetzten Körpern liegt.

Indessen ist zwischen diesen und jenen auch keine scharfe Grenze zu ziehen, denn auch die chemischen Verbindungen zeigen sowohl in der Stärke der die Bestandtheile bindenden Kraft, als auch in Bezug der quantitativen Verhältnisse eine so große Verschiedenheit, daß ihr Charakter sich dem der Auflösungen zuweilen nähert, daher diese als die letzten Glieder in der Stufenreihe der chemischen Verbindungen angesehen werden können. Umgekehrt findet man selbst bei Auflösungen, deren Bestandtheile sogar in allen Verhältnissen mischbar sind, einen auf chemische Zusammensetzung deutlich hinweisenden Charakter, wenn das Verhältniß der Quantitäten dem stöchiometrischen Verhältnisse gleichkommt, während, wenn es unter oder über demselben ist, nur Verbindungen mit Ueberschuß des einen oder andern Theiles, Uebergänge von einer chemischen Verbindung zur andern vorhanden sind. Dieses ist z. B. der Fall mit der Schwefelsäure, die zwar in allen Verhältnissen mit dem Wasser mischbar ist, aber bei dem Gehalte von 1, 2, 3 Atomen desselben den bestimmten Charakter einer chemischen Verbindung an sich trägt; eben so bei den in allen Verhältnissen durch Zusammenschmelzen mischbaren Metallen, Zinn und Blei, aus welchen beim allmälichen Erkalten Verbindungen von bestimmter Zusammensetzung heraus krystallisiren.

Ein Metall mit einer Säure behandeln, wird ganz gewöhnlich mit dem Ausdrucke, das Metall in der Säure auflösen, bezeichnet. In diesem Falle geht aber ein rein chemischer Proceß vor sich, das Metall wird in Metalloxyd verwandelt, und die hervorgehende sogenannte Auflösung des Metalls in der Säure ist eigentlich eine Auflösung des Metallsalzes in dem bei der Säure vorhanden gewesenen Wasser; z. B. beim Auflösen des Silbers in Salpetersäure ist nach beendetem Processe salpetersaures Silberoxyd in dem Wasser

der Säure gelöset. Eben so wenig kann das sogenannte Auflösen einer Basis in einer Säure hieher gehören, z. B. des Natrons in Schwefelsäure, wo ebenfalls eine wahrhaft chemische Verbindung entsteht, deren wesentliche Charakteristik auffallend hervortritt.

45. Anwendung der stöchiometrischen Gesetze. Die vorgetragenen Gesetze über die bestimmten Verhältnisse der Bestandtheile in einer chemischen Verbindung, so wie die denselben zukommenden Zahlenwerthe, gestatten in vielen Fällen nicht nur dem eigentlichen Chemiker, sondern auch dem Techniker die Beantwortung verschiedener Fragen, welche sich bei der Darstellung der Körper ergeben. Die vorzüglichsten derselben sind:

a. Wieviel braucht man zu einer bestimmten Menge irgend eines Stoffes A von einem zweiten B, um die beabsichtigte Verbindung derselben zu bewerkstelligen?

Zur Beantwortung dieser Frage reicht das Verhältniß der Atomgewichte der Bestandtheile hin, in Beziehung auf die gegebene Menge des einen derselben. Es ist hiebei anzurathen, die Formel, durch welche die Verbindung ausgedrückt wird, zu Rathe zu ziehen, um die Zahl der Atome, welche in die Verbindung eingehen, zu ersehen. Z. B. es sollen 150 Pf. Quecksilber durch Verbindung mit Schwefel in Zinnober verwandelt werden, wieviel des letzteren wird erfordert? Die Zusammensetzung des Zinnobers ist HgS, folglich $126.58 : 20.12 = 150 : x$, woraus $x = 23.8$ Pf. Schwefel folgt. Die Menge des entstehenden neuen Körpers ergibt sich aus der Summe der beiden Quantitäten der Bestandtheile. — Wieviel Sauerstoffgas braucht 1 Pf. Kohle (als reiner Kohlenstoff betrachtet) zur Verbrennung zu Kohlensäure? Die Zusammensetzung der Kohlensäure ist $\ddot{C}$, folglich $7.51 : 20 = 1 : x$, u. $x = 2.66$ Pf. Sauerstoffgas, dem Volum nach 32.9 Kubikfuß bei 0° Temperatur und 28.8 W. Zoll Barometerstand, indem die Dichte des Sauerstoffgases 1.1, und das Gewicht eines Kubikfußes atmosphärischer Luft 564 Grane beträgt.

b. Wieviel von den Bestandtheilen irgend eines Körpers ist in einer bestimmten Menge desselben vorhanden, oder wieviel derselben muß man nehmen, um eine gegebene Menge einer Verbindung darzustellen?

In diesem Falle verhält sich das Atomgewicht des zusammengesetzten Körpers zu dem eines Bestandtheiles, wie die gegebene Menge der Verbindung zu der zu suchenden Menge des entsprechenden Bestandtheiles. Z. B. Wieviel Silber und Chlor ist in 80 Gran Silberchlorid enthalten? Die Zusammensetzung des Silberchlorides ist $Ag\text{Cl} = 135.16 + 44.26 = 179.42$, daher $179.42 : 135.16 = 80 : x$, u. $x = 60$ Gr. Silber. Die

Menge des Chlors wird entweder auf dieselbe Weise durch die Proportion 179.42 : 44.26 = 80 : y berechnet, oder ist als Differenz zwischen 80 und 60 = 20 Gr. gegeben. — Wieviel Salpetersäure ist in 5 Pf. Salpeter enthalten, oder kann daraus erhalten werden? Die Zusammensetzung des Salpeters ist $\dot{K}\ddot{\ddot{N}}$ = (49 + 10) + (17.7 + 50) = 59 + 67.7 = 126.7, folglich 126.7 : 67.7 = 5 : x, woraus x = 2.67 folgt. Da 1 At. Salpetersäure bei dieser Gelegenheit 1 At. Wasser aufnimmt = 11.25, so werden die erhaltenen 2.67 Pf. Salpetersäure sich 0.43 Wasser aneignen und in 3 Pf. Salpetersäurehydrat verwandeln. — Wieviel Zinn war in einer Legirung vorhanden, wenn sich bei der Analyse derselben 20 Gran Zinnoxyd ergaben? Die Zusammensetzung des Zinnoxydes ist $\ddot{Sn}$ = 73.53 + 20 = 93.53, daher 93.53 : 73.53 = 20 : x, und x = 15.7 Gr. Zinn. — Wieviel Sauerstoffgas liefert 1 Loth chlorsaures Kali, aus dem durch Erhitzung aller Sauerstoff der Säure und Basis ausgetrieben wird, daß nur Chlorkalium im Rückstande bleibt? Die Zusammensetzung des chlorsauren Kali ist $\dot{K}\ddot{\ddot{Cl}}$ = (49 + 10) + (44.26 + 50) = 153.25, worin 60 Sauerstoff enthalten sind, daher 153.25 : 60 = 1 : x, woraus x = 0.39 Lth. Sauerstoffgas folgt, welches so wie im ersten Beispiele auf Volum reducirt, 244 Kb. Zolle beträgt.

c. Endlich, wieviel von irgend einem Stoffe ist zur Zerlegung einer Verbindung als Folge der einfachen oder doppelten Wahlverwandtschaft nothwendig? — Wie groß ist der Ertrag der neuen Verbindungen oder die Menge des ausgeschiedenen Stoffes? Z. B. Wieviel kohlensaures Kali ist nothwendig, um 100 Pf. salpetersaures Natron in salpetersaures Kali umzugestalten? Der Zersetzungsproceß ist:

$$\dot{Na}\ddot{\ddot{N}}\ 106.8 \begin{cases} \dot{Na}\ 39.1 \\ \ddot{\ddot{N}}\ 67.7 \end{cases} \qquad 66.6\ \dot{Na}\ddot{C},$$

$$\dot{K}\ddot{C}\ 86.5 \begin{cases} \ddot{C}\ 27.5 \\ \dot{K}\ 59 \end{cases} \qquad 126.7\ \dot{K}\ddot{\ddot{N}},$$

daher 106.8 : 100 = 86.5 : x, und daraus x = 80.99 Pf. als erforderliches kohlensaures Kali. Auch die Menge des erhaltenen salpetersauren Kali ist daraus zu ersehen, denn 106.8 : 100 = 126.7 : x, und x = 118.6 Pf. Eben so folgt die Menge des als Nebenproduct dabei abfallenden kohlensauren Natrons aus 106.8 : 100 = 66.6 : y, woraus y = 62.4 Pf. gefunden wird.

4. Chemische Apparate.

46. Zu Versuchen über das chemische Verhalten der Körper, über deren Zusammensetzung und Zerlegung u. s. w., sind verschiedene Apparate

und sonstige Vorrichtungen nothwendig, von denen die gewöhnlichsten und unentbehrlichsten hier aufgezählt werden, und auf Tafel I abgebildet sind.

Apparate zu Destillationen, Gasentwicklungen u. dgl. Hieher gehören: Retorten, kugelförmige Gefäße mit langem gebogenem Halse in sehr verschiedener Größe, zur Aufnahme derjenigen Substanz, aus welcher durch bloße Erhitzung oder durch Einwirkung eines zweiten Körpers bei der gewöhnlichen Temperatur, oder unter Anwendung von Wärme irgend ein neuer Körper in Gas- oder Dampfform entwickelt werden soll; sie sind von Glas, oder wenn Glühhitze angewendet werden muß, von Steingut, Porzellan, ohne (Fig. 1 u. 6), oder mit einem Tubulus (Fig. 2), einer gewöhnlichen, durch einen eingeriebenen Stöpsel verschließbaren Flaschenöffnung an der obern Wölbung der Retorte, um durch selben das Ein- und Nachfüllen irgend einer Flüssigkeit bei schon festgemachter Verbindung der Retorte mit andern Röhren, Flaschen u. dgl. (wie in Fig. 2) bewerkstelligen zu können. Zum Gebrauche werden sie entweder über freies Feuer, wozu sie mit einem Beschlag von feuerfestem Thon überzogen werden (beschlagene Retorte), oder wenn sie klein sind, über die Flamme einer Lampe oder in ein Sandbad, ein eisernes schalenförmiges Gefäß, Sandcapelle, das mit Sand gefüllt ist (Fig. 5, 6 u. 7), oder in ein Wasserbad eingesetzt. Nebst den genannten sind auch eiserne, (zur Erzeugung der Flußsäure) bleierne, selbst platinene Retorten in Anwendung; erstere, die eisernen, haben gewöhnlich die Form einer cilindrischen Flasche. — Kolben, kugelförmige Glasgefäße, wie die vorigen, doch mit geradem Halse, dienen zu Gasentwicklungen (Fig. 5 u. 6), wie die genannten so wie auch die in Fig. 3 u. 4 dargestellten Gasentbindungsflaschen, deren Stelle auch eine gewöhnliche Flasche mit etwas weitem Halse vertreten kann, wenn der Proceß ohne Anwendung von äußerer Wärme durchgeführt wird. — Ballone, kugelförmige Glasgefäße, welche als Vorlagen (Fig. 2 u. 7) gebraucht werden, um ein Destillat aufzunehmen, welches entweder wirklich beabsichtiget wurde (z. B. Salpetersäure aus dem Salpeter), oder als Nebenproduct erhalten wird, wie Quecksilber bei der Sauerstoffgasbereitung, oder endlich als eine unwillkommene Verunreinigung sich in denselben absetzen soll, um das in der folgenden Vorlage erhaltene Präparat nicht damit verunreiniget zu erhalten.

Soll ein durch irgend einen Proceß zu entwickelndes Gas in der Gasform aufgefangen werden, so verbindet man am einfachsten das mit den nothwendigen Ingredienzen gefüllte Gasentwicklungsgefäß, Retorte, Kolben oder sonstige Gasentbindungsflasche, mit einem in den gewöhnlichen Fällen gläsernen, zweckmäßig gebogenen Rohre, Gas-

entbindungsrohr, durch welches das Gas in eine auf der Brücke der pneumatischen Wasser- oder Quecksilberwanne stehende Glocke oder in einen sonstigen Glassturz oder Recipienten geleitet wird, wie es in Fig. 1 u. 2 vorgestellt ist.

Soll bei schon fest gemachter Verbindung der Retorte u. s. w. mit dem Entbindungsrohre, eine Flüssigkeit in dieselbe eingefüllt werden, durch deren Einwirkung sich das (vielleicht sehr belästigende) Gas sogleich in größerer Menge entbinden, auch das feste Verschließen der Fugen zwischen Retortenhals u. s. w. nicht mehr möglich würde, oder soll während der Operation diese Flüssigkeit öfter nachgefüllt werden, so muß in dem Tubulus derselben, oder in der Mündung des Kolbens der Welther'sche Sicherheitstrichter angebracht und mit der nachzufüllenden Flüssigkeit gefüllt werden (Fig. 5 u. 6). Da diese Flüssigkeit ein verschiebbares Mittel zwischen der äußern und der im Innern der Retorte vorhandenen Luft ist, so wird hiedurch vermieden, daß die Flüssigkeit des pneumatischen Apparates nicht in das Innere der Retorte überführt werde, wenn in Folge der beendeten Operation, oder wegen zufällig verminderter Temperatur die Spannung des Gases oder Dampfes darin nachlassen würde, wodurch wegen des plötzlichen Wechsels der Temperatur ein Zerspringen derselben verursacht werden könnte. Dessen ungeachtet kann während der Operation kein Gas aus dem Innern durch den Trichter entweichen, wenn nicht die Entbindungsröhre zu tief in die Flüssigkeit des pneumatischen Apparates eintaucht, wodurch das sich entwickelnde Gas in der Entbindungsröhre einen größern Gegendruck erfahren würde, als durch die Sicherheitsröhre. Umgekehrt aber ist bei zu rascher Entwicklung des Gases, die selbst ein Zerspringen der Retorte befürchten macht, ein zweiter Ausweg für dasselbe vorhanden, der, sobald diese rasche Entwicklung nachläßt, sich durch die sperrende Flüssigkeit entweder von selbst schließt, oder durch Nachgießen derselben geschlossen werden kann. — Gleiche Wirkung leistet eine ganz gerade Röhre, wie in Fig. 3 u. 4, welche bis an den Boden des Gefäßes reicht, und durch die eingefüllte Flüssigkeit geschlossen wird.

Fig. 2 stellet den Gasentbindungsapparat dar, wenn, wie es schon angedeutet wurde, ein zugleich sich entwickelnder dampfförmiger Körper in der dazwischen gelegten Vorlage, Ballon, condensirt erhalten werden soll, Fig. 3 aber in dem Falle, wenn das Gas durch Abwaschen mit Wasser, u. dgl. von solchen verunreinigenden Dämpfen u. s. w. befreit werden soll, wozu man es durch die Flasche mit etwas Wasser leitet, ehe es aufgefangen wird. — Will man das Gas in trockenem Zustande auf-

fangen, so muß es durch eine Röhre, die mit dem trocknenden Stoffe, in den meisten Fällen mit Stücken von frisch geglühtem Chlorcalcium gefüllt ist, geleitet werden, Fig. 4. — Ist die Einwirkung des entwickelten Gases auf irgend einen andern Körper zu untersuchen, so bringet man denselben in die, mit einer Kugel versehene Glasröhre, und setzet sie mit jener Trockenvorrichtung in Verbindung, was ebenfalls in Fig. 4 vorgestellt ist. Gase, welche specifisch schwerer sind, als die atmosphärische Luft, können auch auf die Art in einer Flasche aufgefangen werden, daß die Leitungsröhre vertical bis auf den Boden der Flasche reichet, wie es beim Chlorgas, kohlensauren Gase besprochen werden wird.

47. In vielen Fällen soll das entwickelte Gas vom Wasser oder einer andern Flüssigkeit absorbirt werden. Hiezu braucht man die Gasleitungsröhre nur in die, in einer Flasche vorgelegte Flüssigkeit einzusenken. Da das sich entwickelnde Gas Dämpfe von angewendeter Säure u. dgl. mitreißen kann, so leitet man es zuerst durch eine mit wenig Wasser oder einer andern hiezu dienlichen Flüssigkeit gefüllte Flasche, um das Gas davon abzuwaschen (wie in Fig. 5, wo erst die zweite Flasche zur Absorption des Gases gehört); zuweilen bringet man eine zweite Absorptionsflasche an, um das der Absorption in der ersten Flasche entgangene Gas desto sicherer zurückzuhalten. Um zu verhindern, daß bei nachlassender Spannung des Gases die Flüssigkeit aus einer Flasche in die vorhergehende, oder in die Retorte selbst zurücktrete, so bringet man die gerade Röhre, wie sie bei Fig. 3 u. 4 gebraucht wurde, bei der ersten Flasche an. Statt dieser kann man mit gleichem Erfolge auch einer weitern Röhre, wie in Fig. 5 sich bedienen, in welche sodann die Gasleitungsröhre nur hineingesteckt wird. Auch der vorher erwähnte Sicherheitstrichter könnte mit einer Verbindungsröhre zusammengeschmolzen sein, Welther'sche Röhre (Fig. 7).

Mehre zwei- und dreihälsige, auf diese Art mit einander in Verbindung gesetzte, zur Absorption von Gasen und Dämpfen bestimmte Flaschen Fig. 6, nennt man einen Woulf'schen Apparat (eine derlei mehrhälsige Flasche eine Woulf'sche Flasche). Eine einfache Flasche mit weitem Halse leistet übrigens die nämlichen Dienste, wie die Woulf'sche Flasche, wenn durch den in dieselbe eingesetzten Korkstöpsel zwei oder drei Glasröhren Platz haben. Nimmt die Dichtigkeit des Wassers mit der Menge des absorbirten Gases ab, so müssen die Verbindungsröhren bis an den Boden der Absorptionsgefäße reichen; findet aber das Gegentheil statt, so brauchen sie nur unter die Oberfläche des Wassers einzutauchen, wodurch auch die Verbindung der Apparate leichter luftdicht erhalten wird.

Ersteres ist der Fall, wenn Ammoniakgas, letzteres, wenn salzsaures Gas vom Wasser absorbirt wird. Um die Absorption eines Gases desto vollkommener, auch bei möglichst geringer Menge Wasser zu bewirken, so müssen die Absorptionsgefäße hinlänglich kalt gehalten werden, was um so nothwendiger ist, wenn durch die erfolgte Absorption Wärme frei wird, und dadurch die Temperatur des absorbirenden Mittels erhöhet wird. Man stellt daher die vorgelegten Flaschen in Kühlgefäße, die mit Schnee oder mit frischem, öfter zu erneuerndem Wasser gefüllt werden.

48. Ist ein dampfförmiges Product (Educt) das Resultat des chemischen Processes, so verbindet man den Hals der Retorte, den man durch einen Vorstoß (ein conisches Glasrohr, ein gewöhnlicher Retortenhals) zu verlängern sucht, um mit der Vorlage entfernter von der Wärmequelle zu kommen, mit einem Ballon u. dgl., welcher durch ein Verbindungsrohr, das am besten mit jener trichterartigen Sicherheitsvorrichtung versehen ist, mit einer Flasche in Verbindung steht, Fig. 7. In letzterer wird etwas Wasser vorgeschlagen, und die Verbindungsröhre in dasselbe hineingeleitet, um die Condensirung der in der ersten Vorlage nicht condensirten Dämpfe sicher zu bewirken; auch hier müssen Ballon und Flasche gut gekühlt werden. Zu demselben Zwecke kann man auch auf den Ballon und auf den Vorstoß, so wie auf den untern Theil des Halses, den man mit Fließpapier umwickelt hat, einen fortdauernden Strom kalten Wassers leiten, wodurch in Folge der schnellen Condensation der Dämpfe, das Entstehen neuer sehr begünstiget und der Proceß beschleuniget wird. Statt mit einem Ballon, kann der Retortenhals durch einen krummen Vorstoß mit einer Woulf'schen Flasche in Verbindung stehen.

So wie Retorten allgemein zu Destillationen gebraucht werden können, so hat man, um diese Operationen im Großen ausführen zu können (z. B. zu Wasser-, Weingeistdestillationen), eigene Destillirapparate. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem kupfernen, innen verzinnten Kessel, die Destillirblase, auf welche ein zinnerner oder nur verzinnter Helm, Hut, paßt, der mittelst eines eigenen ihn umgebenden Gefäßes durch Wasser kalt gehalten wird. Aus dem Helme führt ein Rohr in die Vorlage, die in diesem Falle eine Flasche ist. Auch können die Dämpfe zur vollkommenen Condensirung in einen eigenen Condensator geführt werden, der als zinnernes Rohr durch ein Gefäß mit kaltem Wasser schlangenförmig gewunden ist, oder welcher als ein hohler Cilinder in einen andern mit kaltem Wasser gefüllten gestellt und hiedurch an seiner innern und äußern Fläche kalt erhalten wird.

49. Die Verbindung der Retorten mit Vorstoß, Ballon, Verbindungsröhren u. s. w. muß luftdicht hergestellt sein. Um dieses zu erreichen, fügt man die einzelnen Theile mittelst durchbohrter Korkstöpsel in einander, überlegt das Ganze mit fettem Kitte (aus Bergkreide und Leinöhl), den man fest andrückt, und durch Umwicklung mit thierischer Blase daran befestiget. Auch Kalkkitt gebraucht man in manchen Fällen; man bildet denselben aus gebranntem Kalk und Eiweiß mit Wasser, verschmiert die Fugen, und überlegt das Ganze mit Leinwandstreifen, die ebenfalls damit bestrichen sind. Dieses Verbinden muß schnell geschehen, da dieser Kitt bald hart wird. Auch Gips mit Wasser oder Leimwasser gibt einen gut bindenden Kitt, desgleichen frischer Käse mit gelöschtem Kalke. In dem Falle, wo keine große Erwärmung statt findet, kann man sich auch eines Harzkittes aus Harz und Ziegelmehl, oder eines Wachskittes aus Wachs und $^1/_8$ Terpentin, bedienen. Der Bequemlichkeit wegen zerschneidet man auch die Verbindungsröhren in der Mitte, und verbindet sie durch ein Kautschukröhrchen. (Fig. 1, 3 u. 4.)

50. Zum Abdampfen und Krystallisiren braucht man ferner Abdampfschalen von Porzellan und Steingut in verschiedener Größe, auch von Silber und Platin; mehr im Großen bedient man sich Kesseln von Kupfer, Eisen, Zinn. Zum Flüssigmachen der Körper auf trockenem Wege, nämlich zum Schmelzen, dienen Tiegel verschiedener Art, als hessische und Porzellantiegel für Salze, Graphittiegel für Metalle; ferner sind Tiegel von Eisen, Silber, Platin im Gebrauche.

Zur Trennung einer Flüssigkeit von dem ihr beigemengten Niederschlage bedient man sich der Filtern aus ungeleimtem Papier, welche in einen Trichter von Glas oder Porzellan eingelegt werden, in welche die zu filtrirende Flüssigkeit gegossen wird, wodurch sie unter Zurücklassung der starren Substanzen in ein untergestelltes Filtrirglas, Filtrirstutzen, oder in Reagentiengläser (Kelchgläser oder cilindrische unten zugeschmolzene Glasröhren), tröpfeln, wonach der zurückgebliebene Niederschlag noch mit Wasser u. dgl. mit Hilfe einer eigenen Spritzflasche ausgewaschen (ausgesüßt) wird. — Zu demselben Zwecke dienen für größere Massen Seihetücher, Spitzbeutel u. dgl. mit Papier ausgelegt; man spannt sie zwischen hölzerne Rahmen, Tenakel, aus. Hiezu gehören ferner Töpfe und sonstige Decantirgefäße, Scheidetrichter, Heber, Pressen, zum Auspressen von Flüssigkeiten aus Substanzen, welche dieselben eingesaugt enthalten. — Mörser aus Messing, Eisen, Stahl, Reibschalen aus Glas, Porzellan, Serpentin, Achat, Präparirsteine, sind so wie noch viele andere Geräthe hinlänglich bekannt.

Zum Auffangen der Gase dienen **Glasglocken**, ohne, oder mit Hähnen, um Blasen u. s. w. aufschrauben zu können, Glasstürze, Recipienten und sonstige an einem Ende zugeschmolzene Glascilinder. — Zuweilen sind sie, um eine Messung des Gasquantums vornehmen zu können, nach dem Kubikmaß an der Außenseite graduirt, oder es sind an zwei entgegengesetzten Stellen Platindrähte luftdicht eingesetzt, so daß ihre Enden im Innern von einander sehr wenig abstehen, um den elektrischen Funken durch irgend ein Gasgemenge durchschlagen zu lassen, **Verpuffungs- oder Detonationsröhre**. Zur Aufbewahrung von größeren Quantitäten dienen **Gasometer** von verschiedener Einrichtung.

51. Eines der wichtigsten Instrumente ist ferner die **Wage** sammt den zugehörigen Gewichten, von deren Richtigkeit und Empfindlichkeit der Erfolg einer jeden analytischen Untersuchung abhängt.

Handelt es sich mit einer zwar empfindlichen, aber nicht richtigen Wage dennoch vollkommen richtig zu wägen, so geht man auf folgende Art vor: Der zu wiegende Körper wird auf eine Wagschale gelegt, und auf die andere die als Tara im Gebrauche vorhandenen Schrotkörner, Bohnen, Hirsekörner u. dgl., bis vollkommenes Gleichgewicht eingetreten ist; sodann wird der Körper von der Wagschale weggenommen, und an dessen Stelle die wirklichen Gewichte bis zur vollkommenen Herstellung des Gleichgewichtes, aufgelegt. Es ist klar, daß diese Gewichte die dem abzuwägenden Körper richtig entsprechenden sind, da sie derselben Tara, wie der Körper, das Gleichgewicht halten. Soll umgekehrt ein bestimmtes Quantum von einem Körper genommen werden, so lege man das geforderte Gewicht in die eine Wagschale, suche die damit das Gleichgewicht haltende Tara, und lege sodann statt der Gewichte, die weggenommen werden, so viel von dem Körper, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Um die Abwägungsmethode in etwas zu verkürzen, so lege man sich, wenn mehre Wägungen bei irgend einer analytischen Arbeit vorzunehmen wären, auf die eine, z. B. rechte Wagschale ein- für allemal ein Gewicht, aber größer als das, was zu wägen vorkommen kann, und auf die andere dessen Tara. Ist nun ein Körper abzuwägen, so lege man denselben auf die rechte Wagschale, und so viel Gewicht zu, als nothwendig ist für das unverändert gebliebene Gegengewicht; der Abgang von dem anfänglich aufgelegten Gewichte ist das Gewicht des Körpers.

52. Zum Erhitzen von Retorten, Abdampfschalen u. s. w. dienen im Kleinen **Weingeistlampen** von **gewöhnlicher** oder **argandischer** Einrichtung, worüber sodann die kleinen Destillationsgefäße auf eigenen verschiedenartig gestalteten **Trägern** (Fig. 1 u. 2) befestigt werden; ferner **Oefen mit natürlichem Luftzuge** (**Windöfen**) aus Eisenblech in verschiedener Größe mit einer Schichte von mehr oder weniger feuerfestem Thon innen

ausgefüttert, beschlagen; in dieselben werden die Sandcapellen zur Aufnahme der Retorten, Abdampfschalen u. s. w. eingelegt (Capellenofen), oder ein Gefäß mit Wasser, als: Wasserbad, Dampfbad. Werden in den Ofen Tiegel zu Schmelzversuchen gestellt, oder Muffeln aus Gußeisen oder hessischer Tiegelmasse, um irgend einen Körper in Berührung mit der Luft zu erhitzen, rösten, oder Röhren, um Gase oder Dämpfe durchzuleiten, so führen sie insbesondere den Namen Tiegel-, Muffel-, Röhrenöfen; in letzterem Falle, wo irgend ein Stoff der Einwirkung eines darüber geleiteten Gases in erhöhter Temperatur ausgesetzt wird, ist der Querschnitt derselben am besten ein längliches Viereck oder eine Ellipse. Wird insbesondere ein künstlicher Windstrom angewendet, so ist es ein Gebläseofen; ist zur Zusammenhaltung der Hitze eine Kuppel aufgesetzt, ein Kuppelofen; oder ist die Einrichtung getroffen, daß die Hitze zum Trocknen der Köıper in einem eigenen Raume verwendet wird, ein Trockenofen. Oefen von länglicher Form, in welche zwei Reihen Destillationsgefäße nach den entgegengesetzten Richtungen ausmündend, eingelegt werden, wie es bei der fabricationsmäßigen Erzeugung vieler chemischer Präparate der Fall ist, heißen Galeerenöfen (Fig. 14). Von andern Oefen, als Flammenöfen u. s. w., wird an dem zugehörigen Orte die Rede sein.

Zu den Vorrichtungen, Hitze zu chemischen Zwecken hervorzubringen, gehört auch das Löthrohr. Es besteht aus einer conisch sich verengernden Röhre, gewöhnlich aus Messing oder Silber, von 6 bis 8 Zoll Länge, und einem kleinen Luftbehälter, in welchem durch Blasen die Luft gesammelt, und dann durch ein Röhrchen, an dem eine Platinspitze aufgesetzt ist, ausströmend gemacht wird. Man braucht zwei Spitzen von verschiedener Größe der Mündung, um den Luftstrom den verschiedenen Zwecken gemäß einrichten zu können. Durch Hilfe des Löthrohres kann man bedeutende Hitzegrade im Kleinen hervorbringen, theils um Körper auf ihr Verhalten in der Hitze, für sich oder beim Zusammenkommen mit verschiedenen Flußmitteln zu prüfen, oder um dieselben zu oxydiren oder desoxydiren, was davon abhängt, in welchen Theil der Flamme man den Körper hält, und welche der beiden Spitzen man anwendet. Die Flammen, deren man sich bedienet, sind theils Oehl-, theils Weingeistflammen. Zu einem vollständigen Löthrohrapparate gehören vielerlei kleine Geräthe, welche in größern Werken, z. B. Berzelius Chemie X. Band, aufgezählt sind.

B. Nichtmetallische Grundstoffe.

53. Als allgemeiner Charakter der nichtmetallischen einfachen Stoffe, wodurch sie sich von den Metallen unterscheiden, wird der Mangel an Leitungsfähigkeit für Elektricität und Wärme angegeben. — Unter den gewöhnlich herrschenden Verhältnissen des Luftdruckes und der Temperatur erscheinen vier derselben in gasförmigem Zustande, als: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor, einer in tropfbarem, nämlich Brom, und sieben in starrem Zustande, als: Jod, Schwefel, Phosphor, Selen, Bor, Silicium und Kohlenstoff. Fluor endlich ist noch nicht mit Sicherheit isolirt dargestellt worden.

1. Sauerstoff.

54. Sauerstoff, Oxygen, $O = 10$, der am häufigsten in der Natur vorkommende Stoff findet sich gasförmig als Gemengtheil der Atmosphäre, chemisch gebunden als Bestandtheil in den meisten unorganischen, und nur mit wenig Ausnahmen in allen organischen Verbindungen vor.

Sauerstoff kann nur in Gasform dargestellt werden. Dieses geschieht:

a. Durch Erhitzen des Quecksilberoxydes $\dot{Hg}$, (rothes Quecksilberpräcipitat) in einer Retorte von hartem, schwer schmelzbarem Glase, an welcher eine Gasentbindungsröhre angebracht ist. Das Oxyd wird zersetzt, und man erhält dem Gewichte nach 0.08 Sauerstoff und 0.92 metallisches Quecksilber. Ersterer wird als Gas über einem pneumatischen Apparate aufgefangen, letzteres destillirt über, und sammelt sich unter dem Wasser desselben oder in einer eigenen Vorlage (Fig. 1 o. 2).

b. Aus dem Mangansuperoxyde, $\ddot{Mn}$, (ein im Handel unter dem Namen Braunstein bekanntes Mineral) durch bloßes Erhitzen bis zum Rothglühen oder durch Digeriren desselben mit Schwefelsäure. — Im ersten Falle, wobei man am besten eine eiserne Flasche mit einem gebogenen Flintenlaufe als Gasentbindungsröhre nimmt, bleibt eine Verbindung von Oxyd mit Oxydul ($\ddot{Mn}\,\dot{Mn}$), und man erhält $\frac{1}{3}$ der ganzen Sauerstoffmenge, welche im Braunstein enthalten war. $3\ddot{Mn} = (\ddot{Mn} + \dot{Mn}) + 2O$.

Im zweiten Falle übergießt man den Braunstein in einer Glasretorte mit $^2/_3$ seines Gewichtes concentrirter Schwefelsäure und etwas Wasser, und erhitzt dieses zu einem Brei gemachte Gemenge. Die Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Manganoxydule begünstigt das Freiwerden des zweiten Atoms Sauerstoff, daher auch die Hitze in diesem Falle geringer sein kann. Hier wird die Hälfte des im Braunsteine enthaltenen Sauerstoffes erhalten, und schwefelsaures Manganoxydul bleibt im Rückstande.

$$\left.\begin{array}{l} \ddot{Mn}\left\{\begin{array}{l} O\ \ldots\ldots \\ \dot{Mn} \end{array}\right. \\ \dddot{S}\ \ldots\ldots \end{array}\right\}\ \dot{Mn}\dddot{S}.$$

c. Aus Salpeter, salpetersaurem Kali, $\dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$, in der Rothglühhitze, wozu man eine eiserne oder steingutene Retorte anwendet. Bei dieser Temperatur wird die Säure zersetzt, und es entbindet sich anfangs reines, später mit Stickgas verunreinigtes Sauerstoffgas; nach hinlänglichem Glühen bleibt Kali zurück.

d. Aus chlorsaurem Kali, $\dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Cl}$, welches schon bei viel geringerer Hitze (in einer gläsernen Retorte) die Zersetzung so erleidet, daß aller in Säure und Basis enthaltene Sauerstoff, 0.39 des angewendeten Salzes, frei wird (siehe oben, 45. b.), und Chlorkalium im Rückstande bleibt.

Ist das Sauerstoffgas in größerer Quantität erforderlich, so erzeugt man es aus Braunstein, braucht man dasselbe nur in kleiner Menge, aber sehr rein, so stellt man es aus Quecksilberoxyd oder aus chlorsaurem Kali dar; letztgenanntes Salz kann man auch mit Braunstein mengen, wodurch die Entwicklung des Gases sehr leicht und schnell vor sich geht. — Vortheilhaft läßt sich auch das 2fach chromsaure Kali zur Sauerstoffgasbereitung benützen, indem man es mit concentrirter Schwefelsäure erhitzet.

Sauerstoffgas entbindet sich auch bei der Bereitung der rauchenden Salpetersäure, eben so durch Erhitzung der Oxyde der edlen, der Superoxyde der unedlen Metalle; ferner wird dieses Gas frei durch zersetzende Wirkung des Lichtes auf concentrirte Salpetersäure, auf tropfbares Chlor. Eine solche Zersetzung durch das Licht erleidet auch die in frischem Wasser enthaltene Kohlensäure, wenn mit demselben die grünen Theile solcher Pflanzen übergossen werden, welche abgeschnitten noch eine Zeit lang fortleben können, indem sie sich den Kohlenstoff aneignen, den Sauerstoff aber als Gas frei lassen.

55. Das Sauerstoffgas ist ein farbloses, permanent expansibles Gas, ohne Geruch und Geschmack, von der Dichte 1.1 (die der atmosphärischen Luft als Einheit genommen). Beim schnellen Zusammendrücken desselben in einem gläsernen Cilinder sieht man es leuchten.

Dieses Gas ist jener durchaus unentbehrliche Bestandtheil der atmosphärischen Luft, welcher zur Erhaltung des Lebens (daher dessen Name Lebensluft), so wie zur Unterhaltung der gewöhnlichen Verbrennungsprocesse verwendet wird. Die Verbrennung der Körper geht daher auch in reinem Sauerstoffgase mit vielfach größerem Glanze vor sich, als in der atmosphärischen Luft, z. B. die der Kohle; ein blos in einem Punkte noch glimmender Holzspan entflammt auf das lebhafteste, daher man auch das Gas bei seiner Darstellung nicht früher auffängt, bis sich diese Wirkung zeigt. Selbst Körper, die unter den gewöhnlichen Umständen nicht brennen, wie z. B. eine glühend gemachte Stahlfeder, brennt in diesem Gase fort. Das längere Einathmen des reinen Sauerstoffgases ist hingegen wegen des viel heftigeren Reitzes auf die Respirationswerkzeuge nachtheilig.

Der Sauerstoff verbindet sich, und dieses immer als negativer Bestandtheil, mit allen andern Elementen, das Fluor ausgenommen. Die Namen dieser Verbindungen, so wie deren wesentliche Charaktere sind bereits (14.) angegeben worden.

56. Die Eigenschaften des Sauerstoffgases in Bezug des Lebens- und Verbrennungsprocesses sprechen die Art seiner Verwendung aus. Obwohl es für beide Zwecke nur so, wie es mit Stickgas gemengt in der Atmosphäre vorkommt, verwendet wird, so erzeugt man es doch für letzteren in einzelnen wenigen Fällen in isolirtem Zustande, um eine besonders lebhafte Verbrennung einzuleiten, und dadurch entweder große Hitzegrade, oder eine besonders ausgezeichnete Lichtintensität hervorzubringen (Knallgasflamme, Sideralllicht). — In manchen Fällen wendet man den Sauerstoff auch in chemisch gebundenem Zustande, wie er sich im Salpeter und chlorsaurem Kali vorfindet, zur Verbrennung anderer Körper an, wie es beim Schießpulver und bei andern ähnlichen Feuerwerkssätzen der Fall ist. — Der Sauerstoff spielt ferner bei der Bildung vieler anderer Natur- und Kunstproducte eine höchst wichtige Rolle, als bei der Gährung, bei der Darstellung der Metalloxyde u. s. w. Sein Einfluß auf die verschiedenen Naturkörper ist aber nicht immer erwünscht, z. B. bei der Bildung gewisser Metalloxyde, als des Eisenrostes u. s. w., daher man auch in diesem Falle die Berührung der Körper mit demselben zu verhindern suchet, und manche im Kleinen vorzunehmende Operation in einem luftleeren oder in einem mit andern Gasen erfüllten Raume anstellt.

Das Sauerstoffgas wurde zwischen 1774 und 1775 von Priestley und beinahe zu gleicher Zeit von Scheele entdeckt.

Verbrennung unter Einfluß des Sauerstoffes.

57. Da der Sauerstoff der negativste Körper ist, so sind auch seine Verbindungen mit den übrigen Stoffen sehr häufig von Feuererscheinung begleitet, und da derselbe zugleich der allgemein verbreitetste Körper ist, so geschehen auch die gewöhnlichen Verbrennungsprocesse unter seinem Einflusse. Man versteht daher auch unter Verbrennung, wenn nicht ausdrücklich eine nähere Angabe gemacht wird, den von Wärme und Lichterscheinung begleiteten Verbindungsact irgend eines Körpers mit dem Sauerstoffe. Brennbar, combustibel, sind daher diejenigen Körper, die sich mit dem comburirenden Sauerstoffe unter Feuererscheinung verbinden können.

Daß die Ausdrücke comburirend und combustibel nur den zur Verbrennung erforderlichen Gegensatz bezeichnen, nicht aber den Körpern eine thätige oder leidende Rolle zuweisen, zeigt folgender Versuch: Man läßt Wasserstoffgas aus einer Oeffnung, welche in der Seitenwand einer damit gefüllten Glocke angebracht ist, ausströmen, und zündet es an. Das Wasserstoffgas brennt in diesem Falle im Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft, wie man es gewöhnlich zu sehen gewohnt ist. Fährt man mit der Spitze einer Röhre, durch welche fortwährend Sauerstoffgas aus einem damit in Verbindung gesetzten Gasometer strömt, mitten durch die Flamme, und verschließt dadurch jene Oeffnung, aus welcher die Flamme vorher kam, so wird die Verbrennung der beiden Gase inner die Glocke treten, und da dieselbe nur dort statt finden kann, wo beide Gase in der Berührung sind, so bildet nun das einströmende Sauerstoffgas eine hineingreifende Flamme, in Bezug der sich nun eben so gut sagen läßt, das Sauerstoffgas brennt im Wasserstoffgase. Noch einfacher wird dieser Versuch ausgeführt, wenn die Glocke, welche etwas im Wasser niedergedrückt sein muß, um das Wasserstoffgas herausbrennen zu lassen, langsam so viel gehoben wird, daß der innere Wasserspiegel etwas höher steht, als der äußere. Hiedurch dringt zur Herstellung des Gleichgewichtes atmosphärische Luft durch jene Oeffnung in die Glocke hinein, und bringt die zuerst außerhalb vor sich gehende Verbrennung nach innen. Bei hinlänglicher Capacität der Glocke kann man das Niederdrücken und Heben derselben, und somit das Heraus- und Hineingreifen der Flamme wiederholen. Derselbe Versuch läßt sich auch mit andern brennbaren Gasen anstellen. — Licht und Wärme sind demnach bloße Anzeichen einer kräftigen chemischen Verbindung, an der beide Körper gleichen Antheil haben.

58. Die Verbrennung als ein chemischer Verbindungsact findet, so wie es in der Einleitung im Allgemeinen für chemische Processe angegeben wurde, nur bei einer bestimmten Temperatur statt, Entzündungstemperatur, welche daher vorerst hervorgebracht werden muß. Diese ist bei verschiedenen

Körpern verschieden: Phosphorwasserstoffgas entzündet sich schon bei Temperaturen unter 0°, Pyrophore bei der gewöhnlichen Temperatur; Phosphor braucht auf 60°, Schwefel auf 234° erhitzt zu werden, hingegen Kohle, Gasarten u. s. w. bis zur Glühhitze. In der Regel fordern gasförmige Substanzen eine viel höhere Temperatur zur Entzündung, als starre und tropfbare.

Diese nothwendige Entzündungstemperatur kann hervorgebracht werden, durch das concentrirte Sonnenlicht, durch den elektrischen Funken, gewöhnlich durch Einwirkung eines andern bereits brennenden Körpers, d. i. durch Mittheilung. Uebrigens kann noch jede andere Quelle der Wärme hiezu dienen, als der Stoß (wie beim Feuerschlagen mit Stahl und Stein), die Reibung (beim Feuermachen der Wilden, bei der Entzündung von Wagenachsen, leer gehender Mühlen u. dgl.), Compression der Luft (im pneumatischen Feuerzeuge, beim unvorsichtigen Schlagen der Raketen u. dgl.), ein vorausgegangener chemischer Proceß, bei dem Wärme frei wird (Entzündung der Schwefelhölzchen bei dem eingeführten chemischen Feuerzeuge, Selbstentzündung von fetter Wolle, Heu, wenn es frisch zur Aufbewahrung eingeführt wird u. dgl.), endlich Absorption und Verdichtung von Gasen, wodurch ebenfalls Wärme entbunden wird. Auf die letzte Art erklärt sich die Selbstentzündung frisch bereiteter Kohlen, wenn sie in nicht zu geringer Menge der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind (ein Mehres hierüber bei der Kohle des Schießpulvers), ferner die Entzündung des Wasserstoffgases durch Platinschwamm (Platin im zusammenhängenden, doch sehr porösen Zustande) bei gleichzeitigem Zutritte der atmosphärischen Luft in den gewöhnlichen Wasserstoffgaslampen. Auch Eisenoxyd u. s. w. durch Wasserstoffgas reducirt, entzündet sich, wenn es pulverförmig an die Luft gebracht wird, und nicht etwa durch große Hitze zusammengesintert ist.

59. Ist ein Körper einmal entzündet, so brennt er auch gewöhnlich fort, indem durch diese Verbrennung meistentheils so viele Wärme entwickelt wird, als nothwendig ist, ihn auf dem hiezu erforderlichen Temperaturgrade zu erhalten. — Eine Ausnahme machen einzelne glühende Kohlen, welche wegen ihres zu großen Wärmestrahlungsvermögens zu viel abkühlen, während mehre beisammen liegend sich gegenseitig heizen, eben so der Diamant, der wohl im Focus eines Brennspiegels fortbrennt, aber aufhört, wenn er aus demselben gebracht wird; auch ein Gemenge von Salpeter und Schwefel entzündet, brennet ohne äußere Erhitzung nicht weiter.

Nur einfache Körper verbrennen hiebei als das, was sie sind, d. h. verbinden sich unmittelbar mit dem Sauerstoffe, wie Kohle zu Kohlensäure, Kalium zu Kali, auch einige Oxydule, indem sie zu Oxyden werden, wie

Zinnoxydul. Zusammengesetzte Körper aber verbrennen, indem entweder jeder Bestandtheil mit dem Sauerstoffe in Verbindung tritt, z. B. Kohlenwasserstoff zu Kohlensäure und Wasser, Schwefeleisen zu schwefelsaurem Eisenoxydule, oder es verbrennt nur der eine Bestandtheil, während der andere ausgeschieden wird; z. B. bei Ammoniak, indem Wasser und Stickgas gebildet wird. — Zusammengesetzter ist der Vorgang bei organischen Substanzen. Diese werden durch die Entzündungstemperatur, so wie durch die während der ganzen Fortdauer des Verbrennens entwickelte Wärme zersetzt, indem sie in dampfartige Producte, und diese endlich in Gasarten der unorganischen Natur überführt werden; diese letztern nun sind es, welche brennbar, in Berührung mit dem Sauerstoffe der Luft verbrennen. Ist die Hitze nicht hinreichend, daß die Zersetzung bis auf den letztgenannten Punkt geführt werden kann, so verflüchtigen sich die dampfartigen Producte mit dem Rauche, der hauptsächlich aus Wasserdünsten und fein vertheilter Kohle besteht, und setzen sich an kälteren Körpern als Ruß oder selbst in tropfbarer Form ab. Rauch ist immer ein Zeichen unvollkommener Verbrennung. Uebrigens sind diese Producte bei denselben Körpern nach dem Grade der Hitze verschieden. Hieraus erklärt sich auch der eigenthümliche Geruch, den manche organische Stoffe bei einer solchen unvollkommenen Verbrennung verbreiten, z. B. Haare, Federn u. s. w. (Siehe Verkohlung und Verbrennung organischer Stoffe). Rauch bei Verbrennung unorganischer Körper ist fein vertheiltes Oxyd, z. B. bei Verbrennung von Silber. Das Phänomen des Verbrennens zeigt sich entweder blos als Glühen an Stoffen, die bei der Hitze, der sie ausgesetzt werden, nicht flüchtig sind, hingegen als Flamme bei Körpern, die für sich gasförmig sind, oder doch derlei Producte liefern. So sieht man Eisen, Kohle blos glühen, hingegen Wasserstoffgas, Phosphor, Weingeist mit Flamme verbrennen. Manche Körper brennen mit Gluth und Flamme, wenn durch die Zersetzungsproducte beide Bedingnisse zugleich erfüllt werden, z. B. Holz, welches Kohle und brennbare Gase liefert. Im letzten Falle bleiben die entfernteren Nebenbestandtheile des Holzes, welche wahrscheinlich schon im oxydirten Zustande vorhanden waren, in verschiedenen Verbindungen, als Asche, zurück.

60. So wie bei starren Körpern, findet auch an einer gewöhnlichen Gasflamme, die Verbrennung nur an der Oberfläche statt, wo sie mit dem Sauerstoffgase in Berührung ist, was übrigens schon aus dem Begriffe über Verbrennung folgt. — Betrachtet man nämlich die Flamme des Wasserstoffgases, indem man dieselbe durch ein Drahtnetz abschneidet, und von oben darauf hinsieht, so bemerkt man einen innen dunklen Kern,

umgeben von einem leuchtenden Saume, wo die Verbrennung vor sich geht. Indem die innern Theile eines aus einem Gasbehälter ausströmenden oder auf irgend eine Art entwickelten und verbrennenden Gases, durch die Erhitzung leichter geworden, in die Höhe steigen, gelangen sie in immer kleineren Ringen an die den Sauerstoff berührende Oberfläche, wo sie verbrennen; daher auch die Flamme von einer nach oben zugespitzten Gestalt ist, und nur durch einen künstlichen Luftstrom ihr eine andere Richtung gegeben werden kann (Löthrohrflamme). Die Größe derselben hängt von der Menge des auf einmal entwickelten Gases, so wie vom Zuflusse des Sauerstoffes ab. An gewöhnlichen Oehl- oder Kerzenflammen ist der Vorgang des Processes zusammengesetzter. Man unterscheidet an denselben, Fig. 8, 1. einen dunklen kegelförmigen Kern a im Innern, mit seiner Basis unmittelbar über dem Dochte, gebildet durch die dampfförmigen Producte, in die das Oehl oder das durch die nahe Hitze geschmolzene Wachs u. s. w. durch Capillarität des Dochtes in die Höhe gesaugt, zerlegt worden ist; 2. einen hellleuchtenden weißen Theil c, der den dunkeln Kegel umgibt, entstanden durch das Weißglühen des Kohlenstoffes, welcher aus den durch weitere Zersetzung jener Dämpfe gebildeten Gasarten durch die nahe Hitze des folgenden Theiles ausgeschieden wurde; 3. eine sehr schwach leuchtende Hülse dd, die als Saum den glühenden Kegel umgibt, und durch Verbrennen der an die Oberfläche gekommenen Gasarten entstanden ist, wodurch jene Hitze erregt wird, die in der nächsten Umgebung das Schmelzen des Wachses, die Zersetzung in Dampf, und endlich in gasförmige Producte, so wie die Ausscheidung und das Erglühen des Kohlenstoffes aus der kohlenstoffreichen Gas- und Dampfart bewirkt. Nebstdem ist 4. am untersten Theile der Flamme bei b eine hellblaue Parthie zu erkennen, wo die Erhitzung noch nicht so groß und daher die Verbrennung nicht so vollkommen vor sich geht. An dem quer durch eine solche Flamme gehaltenen Gitter bildet sich ein glühender Ring, wo nämlich die Verbrennung statt findet, während an dem innern Theile sich Kohlenstoff absetzt. Dasselbe bemerkt man an einem quer durch die Flamme gehaltenen Eisendrahte, der weißglühend wird, wo er zu beiden Seiten aus der Flamme tritt, in der Mitte aber Kohlenstoff angehäuft zeigt.

Die Flamme einer Argand'schen Lampe, durch welche ein Luftstrom geht, ist ein derlei leuchtender Ring, an dem sowohl innen als außen die Verbrennung vorgeht, mithin auch vollkommener statt findet. — Etwas Aehnliches zeigt auch die mittelst des Löthrohres angeblasene Flamme. Da hier ein Strom comprimirter Luft mitten durch die Flamme geblasen wird,

so ist der Ort des vollkommensten Verbrennens im Innern der Flamme, in dem langen fast lichtlosen Kegel, an dessen Spitze die Hitze am größten ist. (Unterschied in den Wirkungen verschiedener Theile der Löthrohrflamme, sowohl in Hinsicht des Hitzegrades, als auch des oxydirenden und desoxydirenden Vermögens.) Nur Knallgas, welches aus Sauerstoff und einem brennbaren Gase in dem nöthigen Verhältnisse gemengt wurde, bildet eine in ihrer ganzen Masse im Verbrennen begriffene Flamme.

61. Die Farbe einer Flamme hängt von der Natur des verbrennenden Gases, von der größeren oder geringeren Lebhaftigkeit des Verbrennens und von der Beimischung fremdartiger Substanzen ab.

Phosphor, Zink, Arsenik geben ein weißes, Selen ein azurblaues, Schwefel ein bläuliches (im reinen Sauerstoffgase ein violetes) Licht. Weingeist von verschiedener Stärke mit oder ohne Docht brennt verschieden. Strontiumchlorid färbt die Weingeistflamme roth, Borsäure grün u. s. w. Farbenfeuer der Feuerwerkssätze (siehe dort). Unvollkommen brennende Körper wegen zu geringer Hitze oder Luftzug geben gelbliches, auch bläuliches Licht.

62. Aus dem früher Gesagten geht hervor, daß die Fortdauer der Verbrennung nur statt finden könne, wenn der Brennstoff in hinreichender Berührung mit dem Sauerstoffe stehet, und die durch das Verbrennen erzeugte Wärme, welche den Körper auf dem nothwendigen Temperatursgrade erhalten soll, nicht zu sehr durch die Umgebung, worunter überhaupt die an der Verbrennung nicht Antheil nehmenden Körper gehören, abgeleitet wird. Daraus erhellet die Nothwendigkeit der Hinwegführung der durch das Verbrennen ihres Sauerstoffes beraubten Luft und des Zuströmens neuer, was jedoch mit einer dem brennenden Körper angemessenen Geschwindigkeit geschehen muß, weil sonst die Lufttheile schneller vorbeigeführt werden, ehe sie die zu ihrer Thätigkeit nöthige Wärme erlangt haben. Bei nicht abgesperrtem Raume erregt die beim Verbrennen entwickelte Wärme schon für sich einen Luftstrom, wodurch die ihres Sauerstoffes beraubte, und durch Wärme specifisch leichter gewordene Luft nach aufwärts hinweggeführt und andere Luft zuzutreten gezwungen wird (natürlicher Luftstrom). — So wie die Unterhaltung, ist auch die Einleitung des Verbrennens bei zu geringer Zahl von Berührungspunkten schwierig.

Wasserstoffgas verlischt bei 8fach verdünnter Luft, Schwefel brennt noch bei 15facher, Phosphor bei 63facher Verdünnung derselben, und Phosphorwasserstoffgas blitzt noch bei möglichst verdünnter Luft. — Knallgas ist bei 18facher Verdünnung nicht mehr durch den elektrischen Funken entzündbar, aber schon bei 6facher nicht mehr, wenn es aus 2 Theilen Wasserstoffgas und 5 Theilen atmosphärischer Luft zusammengesetzt ist. — Größere Lebhaftigkeit des Verbren-

nens durch Gebläse, Verkleinerung des Brennmaterials, Benützung von reinem Sauerstoffgas. Kohle entzündet sich schon durch einen Funken, wenn sie im fein vertheilten Zustande, wie im Zunder, ist, als Coaks aber braucht sie sehr kräftige Mittel. Glänzendes Phänomen des Verbrennens der Körper im Sauerstoffgase, wo selbst eine Stahlfeder durch ein daran befestigtes Stück Schwamm sich entzündet und fortbrennt. In der atmosphärischen Luft ist nicht nur die Anzahl der Berührungspunkte mit dem Sauerstoffe klein, sondern auch die Wärme wird durch das eingemengte Stickgas zum Theil entzogen, indem sie sich zwischen dieses und das Verbrennungsproduct zu theilen sucht. Eisen jedoch als sehr feines Pulver brennt schon, wenn es über eine Lichtflamme gestreut wird, eben so wie vielmal gröberes Pulver desselben im Brillantfeuer auf Kosten des im Salpeter gebundenen Sauerstoffes. — Eine Lampe kann man durch ein zu hohes und enges Zugrohr verlöschen; comprimirtes Gas läßt sich bei zu enger Oeffnung nicht entzünden. Nachtheilige Wirkung von verhältnißmäßig zu hohen Schornsteinen, besonders wenn vermöge der Lage der Zuleitungsröhren kalte Luft zugeführt wird. Kleinerer Raum, innerhalb welchem die Verbrennung vor sich geht, wenn heiße Luft zugeführt wird, da dieselbe nicht erst im Ofen auf Kosten der daselbst entwickelten Wärme auf die nöthige Temperatur gebracht werden muß.

Fernere Beispiele, daß nicht zu viele Wärme dem brennenden Körper entzogen werden darf, sind: brennende Kohlen verlöschen, wenn man sie bloß auseinander wirft, Räucherkerzchen brennen auf Papier, Holz u. dgl. ganz aus, auf Stein, besonders auf Metall, verlöschen sie früher, so daß die untern Ende derselben unverbrannt bleiben. Flammen werden durch enge Metallgitter so abgekühlt, daß sie nicht durchbrennen. Natur des Gases, dessen Mischungsverhältniß mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft, Natur des Metalldrahtes, Größe der Oeffnungen haben hierauf Einfluß. Darauf beruht Davy's Sicherheitslampe (eine kleine Laterne aus feinem, siebartig geflochtenem Metalldrahte), mit der man sich in mit Knallgas gefüllte Räume wagen kann, wie in Steinkohlenwerke, wo sich Kohlenwasserstoffgas in reichlicher Menge entbindet und mit der atmosphärischen Luft gemengt, ein detonirendes Gasgemenge bildet. Während durch die Flamme einer gewöhnlichen Lampe das ganze im Raume befindliche Gasgemenge sich entzünden und eine Zerschmetterung der Umgebung nach sich ziehen würde, findet bei Anwendung dieser Lampe nur inner der die Flamme umgebenden Drahthülse die Verbrennung des eingedrungenen Gases statt, ohne daß sich die Entzündung durch dieselbe auf das außerhalb befindliche Gasgemenge fortzupflanzen im Stande ist.

Solches Drahtgewebe oder Metallsieb mit sehr feinen Oeffnungen bringet man auch in den Ausströmungsröhren bei dem Newman'schen Knallgasgebläse an, um die Fortpflanzung der nach außen brennenden Flamme in das Innere des Gasbehälters zu verhindern. Auf gleichem Grunde beruht Aldini's Sicherheitsbekleidung für die zum Feuerlöschen bestimmte Mannschaft (Pompiers)

Sie besteht aus einem aus Drahtnetz erzeugten Panzerhemde, das über eine aus Asbestgewebe oder auch nur aus einem in Salzlösung getränkten Wollenzeuge angefertigte Kleidung, angezogen wird.

63. Aus dem Gesagten ergibt sich auch die Wirkung der verschiedenen Feuerlöschmittel, die entweder durch Abkühlung oder durch Abschneiden des Zutritts der atmosphärischen Luft hervorgebracht wird. Ausblasen eines Kerzenlichtes, Auseinanderwerfen glühender Kohlen, das Verschließen des Zugloches am Ofen oder des Kamins, in dem die Verbrennung vor sich gehet; das Anzünden von Schwefel unter einem Kamine, wodurch nicht comburirendes schwefligsaures Gas entsteht; das Einhüllen verschiedener brennender Substanzen, als Schwefel, Oehl, Fett u. dgl. mit Sand, Asche oder andern Hüllen. Selbst Häckerlinge, die doch selbst brennbar sind, auf größere Massen brennender Körper in hinlänglicher Menge geworfen, ersticken das Feuer, indem sie den Abfluß der zum Verbrennen nicht tauglichen Luft nicht gestatten, nebstbei eine Atmosphäre gasförmiger, nicht comburirender Verbrennungsproducte an dem brennenden Körper zurückhalten. Wasser auf brennende Körper gebracht, verhindert einerseits die unmittelbare Berührung mit der atmosphärischen Luft, und verdrängt dieselbe, indem es als Dampf davon geht, gleichzeitig aber kühlt es die Körper sehr bedeutend ab, indem es zu dieser Dampfbildung so viel Wärme braucht, daß es selbst von 0° auf 505° hätte gebracht werden können. — War aber das Wasser zu wenig, um die Abkühlung so weit zu bringen, so nützt es nicht nur nichts, sondern wirkt noch nachtheilig, indem es zersetzt wird, und den feuernährenden Sauerstoff zum Verbrennen der kohligen Substanzen, so wie zugleich das als Brennmaterial auftretende Hydrogen liefert. — Brennendes Oehl kann mit Wasser nicht gelöschet werden, indem letzteres als specifisch schwerer zu Boden sinkt, und hier in der Temperatur, wo Oehl brennt, in Dämpfe von hoher Spannung verwandelt wird. Das Oehl wird hiedurch mit ungemeiner Heftigkeit aus dem Gefäße geschleudert, zertheilt, und erscheint, da es bereits auf die Entzündungstemperatur erhitzt ist, mit vielfach vergrößerter Oberfläche als Flamme.

Die Einhüllung brennender Substanzen durch Wasser wird vollkommener, wenn sich in demselben fein vertheilte Körper, z. B. Thon eingerührt oder Salze aufgelöst befinden, welche nach Verdampfung des Wassers auf der Oberfläche des brennenden Körpers als Ueberzug zurückbleiben, und so die unmittelbare Berührung mit der atmosphärischen Luft hindern, wenn diese Decke nicht etwa durch die Hitze abspringt. Durch erstere kann jedoch

der Nachtheil eintreten, daß die Spritzröhren verstopft werden, und letztere sind nur dann anwendbar, wenn sie bei großer Erzeugung als ganz werthlose Nebenproducte zu haben sind.

Auf demselben Principe beruht auch der Gebrauch einiger Salze, mittelst welcher man Holz, Leinwand u. dgl. unverbrennlich zu machen sucht, als Borax und Salmiak zu gleichen Theilen, phosphorsaures Natron oder Ammoniak, Wasserglas u. s. w. Diese Substanzen schmelzen in der Hitze und bilden einen dichten glasartigen Ueberzug auf der Oberfläche jener Materialien, wodurch wohl das Verbrennen mit Flamme, wenn sie nicht einer gar zu großen Hitze ausgesetzt werden, aber keineswegs deren Zerstörung, Verkohlung verhindert ist.

64. Verbrennungsprocesse entwickeln Licht und Wärme, zu deren Hervorbringung dieselben auch meistens angewendet werden.

Das Leuchtvermögen eines Körpers hängt von seiner Natur und von seiner Dichte ab. In der Regel leuchten die viel dichtern Körper mehr, als die mit Flamme verbrennenden minder dichten Gase, deren Leuchtkraft sogar durch hineingehaltene starre Körper bedeutend erhöht wird, wenn sie bei der größern Hitze der verbrennenden Gase stark glühend werden. Das Licht der Kerzenflamme beruht auf dem Erglühen des ausgeschiedenen feuerbeständigen Kohlenstoffes in der Nähe der Verbrennung. — Aus dieser Ursache leuchten Phosphor, Zink, Arsenik mit so besonderer Stärke, weil das gebildete Verbrennungsproduct, Phosphorsäure u. s. w. hiebei im Weißglühen erhalten ist; daher die Anwendung des letzteren in der Feuerwerkerei (indianisches Weißfeuer). Hingegen reines Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, so wie Schwefelalkohol, die bei ihrem Verbrennen blos gasförmige Producte liefern, brennen mit sehr geringer Lichtintensität, die eben so durch hineingehaltenen Platindraht erhöht wird. Kalk, in die am Tageslichte kaum sichtbare Flamme des Knallgases gehalten, gibt ein das Auge blendendes Licht, daher zum Beleuchten der Objecte in den Hydrooxygengas-Mikroskopen gebraucht; bei Drummond's Signallicht für geodätische Vermessungen wird das in den Focus eines Reflectors gestellte Kalkkügelchen von vier Seiten her von durch Sauerstoffgas angeblasenen Weingeistflammen ins Glühen gebracht (Siderallicht). In Gurney's Argand'scher Lampe mit mehren concentrischen Dochten wird Sauerstoffgas aus einem Gasometer durch die Mitte der Flamme geleitet, und durch die hiedurch bewirkte lebhafte Verbrennung an Lichtintensität gewonnen. — Wasserstoffgas durch Terpentinöhl geleitet, hat bedeutende Leuchtkraft, indem es Dampf aus demselben aufnimmt. Eben so wird die

Flamme des Weingeistes durch einen Tropfen Oehl auf dem Dochte, oder durch Tränken des Dochtes mit einem Natronsalze verstärkt, u. s. w.

Die Wärmemenge, welche beim Verbrennen verschiedener Körper entwickelt wird, ist verschieden. Zur Bestimmung derselben läßt man gleiche Gewichte der brennenden Körper in einem zweckmäßig construirten Calorimeter auf Eis oder kaltes Wasser einwirken. Die Menge des dadurch geschmolzenen Eises oder des auf einen bestimmten Temperaturgrad erhobenen Wassers gilt sodann als Maß der entwickelten Wärmemenge. Die Menge der entwickelten Wärme scheint im Verhältnisse zu dem zum Verbrennen nothwendigen Sauerstoffe zu stehen. Uebrigens ist die Menge der Wärme, die bei der Verbrennung irgend eines Körpers frei wird, unverändert dieselbe, es mag die Verbrennung rasch oder langsam vor sich gehen, der Sauerstoff in reinem Zustande oder in der atmospärischen Luft, reichlich oder sparsam zugeführt werden. Die dadurch erzeugte Temperaturserhöhung ist aber von der Zeit abhängig, innerhalb welcher diese Wärmemenge entwickelt wird, und ist natürlich desto höher, je kürzer diese ist, oder je rascher die Entwicklung vor sich geht. Daher im reinen Sauerstoffgase, wodurch die Körper lebhafter verbrennen, auch verhältnißmäßig schneller verzehrt werden, eine höhere Temperatur hervorgebracht wird, als in der atmosphärischen Luft, bei der noch das an der Verbrennung keinen Antheil nehmende Stickgas erhitzt, und mithin die frei gewordene Wärme auf eine größere Menge von Substanzen vertheilt wird. Weil auf diese Art bei allen Feuerungsanstalten fremde Körper mit ins Spiel kommen, so wird auch niemals die ganze Menge der frei werdenden Wärme für den eigentlichen Zweck wirksam werden können.

65. Brennbare Körper können sich, wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, mit dem Sauerstoffe auch verbinden, ohne daß Feuererscheinung dabei auftritt, der Proceß geht sodann nur langsam, oft kaum bemerkbar vor sich, und die unter diesen Umständen entwickelte Wärme wird eben so allmälich von der Umgebung abgeleitet, daß sie sich nicht anhäuft, und daher auch nicht bemerkt werden kann.

In manchen chemischen Abhandlungen wird auch jede ohne Feuererscheinung vor sich gehende Verbindung eines Körpers mit dem Sauerstoffe mit dem Namen Verbrennung belegt, so daß die Ausdrücke Oxydation, oxydirbar, oxydirt gleichbedeutend sind mit Verbrennung, brennbar, verbrannt.

Einige besondere Fälle, die man allgemein mit dem Namen der langsamen Verbrennung zum Unterschiede der unter Feuererscheinung vor sich gehenden raschen, bezeichnet, sind z. B. die langsame Verbrennung des Phos-

phors, der sich bei der gewöhnlichen Temperatur mit ganz schwacher Lichtentwicklung, aber ohne bemerkbarer Wärme mit dem Sauerstoffe der Luft zu phosphoriger Säure verbindet, während das Product der raschen Verbrennung Phosphorsäure ist; ferner erleiden Talg, Wachs u. dgl. Körper, welche bis zu ihrem Siedpunkte erhitzt mit hellleuchtender Flamme brennen, bei etwas niedriger Temperatur ein langsames Verbrennen, wobei im Dunkeln nur ein sehr schwaches Leuchten, aber doch immer eine so große Wärmeentwicklung bemerkt wird, daß ein hineingehaltener Platindraht ins Glühen kommt. Dasselbe Phänomen zeigt sich auch an dem Dochte eines gerade verlöschten Talglichtes u. dgl., so wie auch, wenn diese Körper auf heißes, aber nicht bis zum Leuchten glühendes Eisen gestrichen werden. — Darauf beruht die Einrichtung des sogenannten Glühlämpchens, eines Alkohollämpchens, dessen Docht mit Platindraht 7 bis 8mal spiralförmig umwunden ist, ohne daß diese Windungen den Docht, noch sich selbst gegenseitig berühren. Wird die Flamme verlöscht, so dauert doch die Zersetzung der Weingeistdämpfe und die Verbindung mit dem Oxygen, die langsame Verbrennung, noch eine ganz kurze Zeit fort. Die dabei entwickelte Wärme ist hinreichend, den noch heißen Platindraht zum Glühen zu bringen und dieser nun glühende Platindraht erhält die nahen Weingeistdämpfe auf der Temperatur, die zu diesem Processe nothwendig ist; dieß dauert so lange, als noch Weingeist zum Aufsaugen durch den Docht vorhanden ist. Das Product dieses langsamen Verbrennens ist Lampensäure, eine ternäre Verbindung von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, während die des raschen Verbrennens Kohlensäure und Wasser ist.

66. Dem Verbrennungs- oder allgemeinen Oxydationsprocesse ist der Desoxydations- oder Reductionsproceß entgegengesetzt, durch welchen dem verbrannten oder oxydirten Körper der Sauerstoff entzogen wird. Dieses geschieht bei einigen wenigen Körpern durch bloße Erhitzung, wie es mit dem Quecksilberoxyde und den Oxyden der edlen Metalle der Fall ist, meistens aber durch die gleichzeitige Wirkung eines Körpers, der große Verwandtschaft zum Sauerstoffe besitzt. Derlei Desoxydationsmittel sind vorzüglich Wasserstoff, Kohle, Kalium.

2. Wasserstoff.

67. Wasserstoff, Hydrogen (brennbare Luft der alten Chemiker), $H = 0.624$, kommt in der Natur nicht im verbindungsfreien Zustande vor, sondern chemisch gebunden als Bestandtheil des Wassers und fast aller organischen Körper.

Die Methoden, den Wasserstoff darzustellen, was nur in Gasform möglich ist, beruhen auf der Zerlegung des Wassers. Dieses geschieht:

1. Mittelst Elektricität, wodurch bei Anwendung eines dazu gehörigen Apparates das Hydrogen am negativen, das Oxygen am positiven Pole sich ansammelt, wenn letzteres nicht aus Verwandtschaft zu dem als Polardraht gebrauchten Metalle mit diesem in Verbindung tritt.

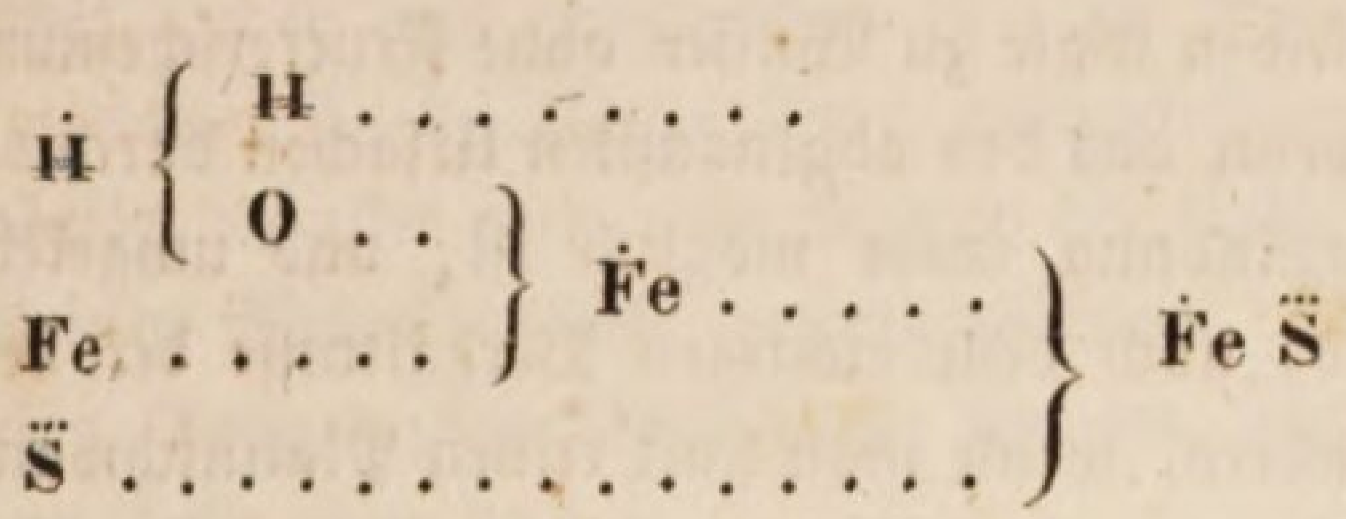
2. Durch Metalle, die sich durch das Oxygen des Wassers in Oxyde umwandeln, und das Hydrogen als Gas frei werden lassen. Hiezu gehören:

a. Die an dem positiven Ende der elektrochemischen Reihe stehenden Metalle der Alkalien und Erden, worunter man, um sich ganz kleine Mengen sehr reinen Wasserstoffgases zu verschaffen, das Kalium wählt, und es zu diesem Zwecke über der pneumatischen Wanne in einen mit Quecksilber gefüllten Recipienten gibt, in dessen obern Theil man etwas Wasser aufsteigen ließ. Das Kalium wirkt dabei so kräftig, daß diese Zerlegung mit der Verbrennung des Hydrogengases verbunden ist, wenn es im Augenblicke seines Entweichens mit der atmosphärischen Luft zusammenkommt. Auch Kaliumamalgam, wodurch die Zerlegung langsamer vor sich geht, wendet man hiezu an.

b. Metalle, die schon entfernter von jenem positiven Ende der chemischen Reihe stehen, und daher eine viel geringere Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, als Zink, Eisen. In diesem Falle muß diese schwächere Verwandtschaft durch Wärme oder disponirende Einwirkung einer Säure unterstützt werden. — Im ersten Falle leitet man Wasserdämpfe über glühendes Eisen, indem man einen Flintenlauf oder eine Porzellanröhre mit spiralförmig gewundenem Eisendrahte gefüllt, quer durch den Ofen legt, das eine Ende derselben mit einer Retorte in Verbindung bringt, in der Wasser zum Kochen gebracht wird, das andere Ende mit einer Gasentbindungsröhre versieht, die in die pneumatische Wanne reicht. Das Eisen wird hiedurch in Eisenoxyd-Oxydul umgewandelt. Im zweiten Falle wird man Eisen oder Zink (ersteres als Draht oder Drehspäne, letzteres gekörnt oder in Streifen) in einer Gasentbindungsflasche mit Schwefelsäure, die mit dem 6 bis 7fachen Gewichte Wasser verdünnt worden ist, übergießen, und das ohne weitere Beihilfe von Wärme sich entbindende Gas über Wasser auffangen, nachdem die ersten mit atmosphärischer Luft vermengten Portionen davon gegangen sind.

Das auf diese Weise bereitete Wasserstoffgas hat einen üblen Geruch, welcher von einer Kohlenwasserstoffverbindung, einem flüchtigen Oehle her-

rühret, das sich in Folge eines Kohlenstoffgehaltes, von welchem Zink selten, Eisen aber niemals frei ist, hiebei bildet. Man befreiet das Gas von diesem übelriechenden Oehle, wenn man es durch Weingeist leitet, abwäscht. Der Apparat zur Wasserstoffgasentwicklung ist der in 46. beschriebene und in Fig. 3 dargestellte. Der dabei statt findende Proceß ist durch folgendes Schema versinnlichet:



68. Das Wasserstoffgas ist ein permanentes, farb- geruch- und geschmackloses Gas, von der Dichte 0.0688 (mithin 14½mal leichter als atmosphärische Luft, und der leichteste aller bekannten Körper). Dieses Gas kann den Lebensproceß nicht unterhalten, ohne absolut schädlich zu sein, eben so wenig das Verbrennen anderer Körper, selbst aber ist es brennbar mit Entbindung von sehr viel Wärme, aber mit sehr geringer Lichtintensität. 2 Volum dieses Gases brauchen hiezu 1 Volum Sauerstoffgas und bilden Wasser. Mischt man diese zwei Gase in dem angegebenen Verhältnisse, so findet die Verbrennung augenblicklich, und auf einmal durch die ganze Masse statt. Der gebildete Wasserdampf tritt durch die hiebei erzeugte Hitze mit sehr großer Spannkraft auf, und es erfolgt Explosion, welcher nur sehr starke Gefäße Widerstand leisten. Ist das Gefäß zu schwach, so wird es zersprengt, und es entsteht durch die Erschütterung der umgebenden Luft ein Knall; diese Erschütterung ist um so heftiger, weil der entstandene, stark expandirte Wasserdampf in dem nächsten Augenblicke durch den Verlust seiner Wärme zu tropfbarem Wasser verdichtet wird, und hiedurch einen leeren Raum hinterläßt, in den die umgebende Luft mit Gewalt eindringt. — Ein Gemenge aus 2 Volum Wasserstoffgas und 5 Volum atmosphärischer Luft gibt eine viel schwächere Knallluft, obwohl dieselbe Menge Sauerstoffgas vorhanden ist, da durch die eingeschobenen vier Theile des hiebei unthätigen Stickgases die wirksamen Theile weiter aus einander gerückt sind, und auch die Wärme zum Theil durch dasselbe entzogen wird. Bei andern Verhältnissen der beiden Gase, als 2:1, kann wohl noch immer ein Verbrennen statt finden, aber doch nur in dem genannten Verhältnisse, wodurch eines der beiden Gase als Ueberschuß zurückbleibt. — Bei besonderem Vorwalten des einen der beiden Bestandtheile, oder wenn ein zu großes Quantum

eines fremden Gases eingemengt ist, oder bei zu großer Verdünnung der übrigens richtig gemischten Knallluft findet keine Verbrennung mehr statt. (62. Anm.)

Die Entzündung der Knallluft wird durch den elektrischen Funken oder einen mit Flamme brennenden Körper bewerkstelliget, endlich auch durch Platinschwamm in den gewöhnlichen Temperaturen. Durch letzteren wird die Vereinigung der beiden Gase zu Wasser ohne Feuererscheinung selbst dann noch eingeleitet, wenn aus den obgenannten Ursachen durch den elektrischen Funken keine Entzündung mehr möglich ist, und umgekehrt kann man selbst bei Knallgas, nach dem richtigen Verhältnisse der beiden Gase, die Detonation verhindern, wenn man statt reinen Platinschwammes eine Kugel von derlei Schwamm und Thon gebildet, in das Gefäß bringet, wobei die Wasserbildung ganz ruhig und allmälich vor sich geht. Je näher das Verhältniß der beiden Gase dem richtigen der Knallluft gleichkommt, desto thonreicher muß die in Anwendung gebrachte Kugel sein, um Explosion zu vermeiden. Manche schreiben diesen Erfolg einer katalytischen Kraft des Platins zu, da es nicht nur im porösen Zustande, sondern auch in Form sehr feiner Drähte oder feiner Blättchen, wenn sie frisch ausgeglüht sind, dieselbe Eigenschaft besitzet.

Die Verbindungen des Wasserstoffes, der immer als Doppelatom erscheinet, mit den übrigen Körpern erfolgen, außer mit dem Chlor, niemals auf directem Wege.

69. Anwendung. a. Zur Füllung der Luftbälle, Charlieren, im Jahre 1783 vom Professor Charles in Paris zuerst versucht. Hiezu ist dasselbe durch die besonders große specifische Expansivkraft geeignet, vermöge der es der umgebenden Luft schon bei seiner geringen Dichte das Gleichgewicht zu halten im Stande ist. Das Gas wird hiezu aus Eisen (aber nicht aus Gußeisen) mittelst Schwefelsäure entwickelt, durch Wasser, in dem etwas ätzender Kalk sich befindet, abgewaschen, um es von mitgerissener Schwefelsäure und von der durch etwaigen Eisenrost entstandenen Kohlensäure zu befreien, und in den Ballon geleitet. Es kann höchstens 8mal leichter als atmosphärische Luft gerechnet werden. Dieses Gas wird gegenwärtig durch das wohlfeilere bei der trockenen Destillation der Steinkohlen erhaltene Gas ersetzt, dessen größere Dichte durch eine Vergrößerung des Ballons ausgeglichen werden muß.

b. Zum Knallgasgebläse in der gehörigen Vermengung mit Sauerstoffgas, um die höchsten Hitzegrade zu erzeugen, und das Verhalten der

Körper darin zu untersuchen. Die Vermengung der beiden Gase in einem und demselben Behältnisse hält man selbst bei Anwendung einer capillar gebohrten Ausflußröhre für gefährlich, und zieht vor, die beiden Gase in getrennten Gasometern zu halten, und durch zwei Röhren ausströmen zu lassen, die in einander gesteckt sind, so daß das Sauerstoffgas durch den Wasserstoffgasstrom durchbläst, und wie bei einem Löthrohre die Flamme von innen nährt, oder was vorzuziehen ist, die Gase aus den beiden Gasometern, nachdem sie in Bezug ihrer auszuströmenden Quantitäten so viel als möglich regulirt sind, gerade vor der Capillarausflußröhre in einem ganz kleinen Metallbehälter zusammentreten, und sich mischen zu lassen. Dasselbe Gasgemenge dient auch, um die höchste Lichtintensität hervorzubringen (siehe oben 64.).

c. Als eudiometrisches Mittel. Man läßt nämlich in einem Detonationscilinder, ein graduirter Cilinder von starkem Glase, durch dessen Wände zwei Drähte einander gegenüber durchgesteckt sind, um den elektrischen Funken durch den innern Raum durchschlagen zu lassen, eine abgemessene Quantität der zu untersuchenden Luft, und dann vom reinsten Wasserstoffgase, über der Quecksilberwanne emporsteigen, und hierauf den elektrischen Funken durchschlagen. Das durch die Verbrennung entstehende Wasser bedingt eine Volumsverminderung, wovon der dritte Theil auf Kosten der vorhanden gewesenen Sauerstoffmenge gerechnet wird. — Statt die Vereinigung der beiden Gase durch den elektrischen Funken zu bewerkstelligen, bedient man sich auch des Platinschwammes mit vier Theilen Thonerde zu Kügelchen, wodurch die Resultate noch sicherer werden. Dieses gilt nicht nur für die Untersuchung der atmosphärischen Luft, sondern auch anderer Gasgemenge auf den Gehalt an Sauerstoffgas.

d. Zur Reduction von Metalloryden im Kleinen, wodurch unter Bildung von Wasser mehre Metalle rein dargestellt werden können.

e. Zur Bildung von Atmosphären, in denen kein Sauerstoff enthalten ist, für Operationen, wo die auf einander wirkenden Körper mit demselben nicht in Berührung kommen dürfen.

f. Als Brennmaterial in den allgemein bekannten Wasserstoffgaslampen.

Verbindungen des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff.

70. Der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoffe in zwei verschiedenen Verhältnissen und bildet **Wasserstoffoxyd** oder **Wasser** und **Wasserstoffsuperoxyd** oder **oxygenirtes Wasser**.

a. **Wasser**, $\dot{H}$ = aq = 11.25. Die Zusammensetzung des Wassers aus 10 Gwchtsthl. Sauerstoff und 1.25 Gwchtsthl. Wasserstoff, welche Mengen sich dem Volum nach wie 1 : 2 verhalten, ist nicht nur auf analytischem Wege ausgemittelt worden, durch Zerlegung des Wassers mittelst Elektricität oder durch glühendes Eisen, wenn hiebei die gehörigen Vorsichtsmaßregeln zur Messung des verwendeten Wassers, des erhaltenen Gases und der Gewichtszunahme des Eisens beobachtet wurden, sondern sie wurde auch auf synthetischem Wege bewiesen, durch Verbrennen bestimmter Mengen der beiden Gase in einem trockenen Glasgefäße, wobei das Gewicht des erhaltenen Wassers dem der verwendeten Gase gleich war. Ein anderer hieher gehöriger Beweis wird bei der Reduction der Metalloxyde durch Wasserstoffgas besprochen werden.

Das Wasser in reinem Zustande ist farblos, durchsichtig, geruch- und geschmacklos. Das Gewicht eines Kubikzolles desselben beträgt bei 3° R., wo es seine größte Dichtigkeit hat, 250.56 W. Grane (es wiegt daher ein Kubikfuß 56.377 Pf. = 56 Pf. 12 Lth. 15.36 Grane). Dieses Gewicht wird bei Bestimmung der Dichte anderer Körper als Einheit genommen. Durch den Druck von einer Atmosphäre ist es nur um 0.000046 seines Volumens zusammendrückbar. — Es siedet in offenen Gefäßen bei 80° R. (bei dem Barometerstande von 28 Pariserzoll), und erzeugt Wasserdampf, dessen Dichte 1700mal kleiner ist, als die des Wassers. Bei allen niedrigeren Temperaturen, und selbst unter 0° verdampft es. Bei seinem Uebergange in den dampfförmigen Zustand bindet das Wasser so viel Wärme, daß dieselbe Menge noch um 425° über ihren Siedpunkt hätte erhitzt werden können. Durch Verbindung mit flüchtigen Substanzen wird der Siedpunkt desselben herab-, und durch weniger flüchtige oder durch starre darin gelöste Substanzen höher hinaufgerückt. — Bei 0° friert es, oder besser gesagt, schmilzt das Eis, denn Wasser, besonders luftleer gekochtes, läßt sich in der Ruhe auch bis mehre Grade unter 0° abkühlen, ohne zu frieren. Wird es aber dann im geringsten geschüttelt, so friert ein Theil desselben; die Temperatur des gefrornen, so wie des noch übrigen Wassers, kehrt sogleich auf 0° zurück, was durch das Freiwerden der gebundenen Wärme aus dem starr gewordenen Antheile (60° R. entsprechend) geschieht. Das Wasser dehnt sich bei seinem Uebergange in den starren Zustand aus, daher die Dichtigkeit des Eises 0.9268 ist, und dieses auf dem Wasser schwimmt. Diese Ausdehnung geschieht mit so großer Gewalt, daß selbst die stärksten Gefäße, eiserne Wasserleitungsröhren, Bomben, Felsen u. dgl. gesprengt werden. Auch der Gefrierpunkt des

Wassers wird verrückt durch Verbindung mit andern Substanzen. So braucht dasselbe, wenn es Weingeist, Salze, Säuren u. s. w. aufgelöst enthält, meistens eine um so tiefere Temperatur, je mehr es von denselben aufgenommen hat, und selbst dann friert bloß das Wasser, wenn auch die aufgenommene Substanz eine tropfbare ist, und die fremden Substanzen bilden mit dem übrigen Wasser eine concentrirtere Auflösung. Darauf beruht die Methode Essig, Bier u. s. w. durch Kälte zu concentriren.

71. Das Wasser absorbirt von den Gasarten, mit denen es in Berührung kommt, verschiedene Mengen, als vom Sauerstoff-, Wasserstoff- und Stickgase nur sehr wenig, vom Chlorgase das 2fache, vom schwefelwasserstoffsauren Gase das 2.5fache, vom kohlensauren Gase höchstens das 5 bis 6fache, vom schwefligsauren das 44fache, vom salzsauren Gase das 536fache, und vom Ammoniakgase das 880fache seines eigenen Volumens. — So wie das Wasser überhaupt schon die Bestandtheile der atmosphärischen Luft nicht so, wie sie in dem atmosphärischen Gemenge vorhanden sind, absorbirt, sondern das Sauerstoffgas in verhältnißmäßig größerer Menge, so enthält besonders das Schneewasser ein sauerstoffreicheres Gemenge absorbirt. Nicht nur die Natur des Gases hat auf die Menge, welche aufgenommen wird, Einfluß, so wie es aus den vorigen Beispielen zu ersehen ist, sondern auch die Temperatur und der Druck, unter welchem das Gas steht. Die angeführten Angaben sind für die Temperatur von 0° und den gewöhnlichen Barometerstand. Mit der Erwärmung des Wassers mindert sich das Absorptionsvermögen desselben, und durch anhaltendes Sieden wird selbst alles absorbirte Gas ausgetrieben: eben so läßt das Wasser ein bereits absorbirtes Gas im luftverdünnten Raume zum Theil, im luftleeren aber ganz fahren, während umgekehrt das absorbirende Vermögen desselben mit dem vermehrten Drucke, unter welchen man das Gas stellt, vergrößert wird.

72. Das Wasser löset auch sehr viele starre Körper auf, worüber im Allgemeinen (8.) gesprochen wurde.

Man bestimmt die Löslichkeit eines Körpers im Wasser, so wie auch in einer andern Flüssigkeit, nach dem Vielfachen des eigenen Gewichtes, dessen er zur Auflösung bedarf, unter der Angabe der Temperatur, bei welcher dieselbe erfolgt. Gewöhnlich bedient man sich der zwei Ausdrücke kalt oder heiß, indem man unter ersterem die gewöhnliche Temperatur von 13 bis 14°, unter letzterem Ausdrucke die von 80° versteht, wenn nicht eine besondere Angabe hinzugefügt wird; z. B. Chlorkalium braucht 3 Theile kaltes oder 1.77 Theile heißes Wasser zu seiner Auflösung.

Man kann auch die verschiedenen Mengen der starren Körper als Maß der Löslichkeit nehmen, welche von einer gleichen Menge Wassers, 100 Theilen, bei den verschiedenen Temperaturen aufgelöst werden können; z. B. 100 Theile Wasser lösen bei 13° 33.3 Theile Chlorkalium, bei der Siedhitze aber 56.6 Theile.

73. Mit manchen Körpern verbindet sich das Wasser wirklich in bestimmten Verhältnissen zu wahrhaft chemischen Zusammensetzungen als Hydrat- oder Krystallisationswasser. Auf diese Art enthält Kalkhydrat 1, krystallisirter Eisenvitriol 6 Atome Wasser. Für manche Körper ist 1 Atom Wasser zu ihrem Bestehen unumgänglich nothwendig, z. B. für Salpetersäure, oder es läßt sich wenigstens einmal mit dem Körper verbunden, von demselben nicht mehr trennen, wie von der englischen Schwefelsäure oder dem Kalihydrate, außer es wird ein anderer Stoff zur Verbindung dargeboten; es vertritt daher für die Schwefelsäure die Stelle einer Basis, für das Kali die einer Säure.

Die Anziehung vieler Körper für das Wasser ist so groß, daß sie sich dasselbe selbst aus der Dampfform in der Atmosphäre aneignen. Hiedurch erleiden dieselben eine merkliche Veränderung ihrer Dimension, z. B. Haare, Fischbein, Darmsaiten u. s. w., oder nehmen nachweisbar am Gewichte zu, wobei sie entweder ihren Aggregationszustand beibehalten, wie Holz, Kohle, oder zerfließen, wie Pottasche, Chlorcalcium u. s. w., oder bloß verdünnt werden, wie Schwefelsäure, oder endlich den Wasserdampf in der Luft zu Nebel verdichten, wenn sie selbst flüchtig sind, wie Salpetersäure (hygroskopische Körper).

In andern Fällen liefert das Wasser einen seiner Bestandtheile als Material zu einer beabsichtigten chemischen Verbindung, als den Sauerstoff zur Oxydation des Eisens, Zinkes, wenn diese Metalle mit verdünnter Schwefelsäure behandelt werden, oder das Hydrogen zur Bildung von Salzsäure, wenn Wasserdampf mit Chlorgas durch glühende Röhren streicht, oder selbst beide, wenn Chlornatrium mit Schwefelsäure übergossen wird. Darstellung der Salzsäure.

74. Das Wasser kann durch bloße Hitze nicht zersetzt werden, wenn z. B. dessen Dampf durch glühende Röhren getrieben wird, da es das Resultat des im Sauerstoffe verbrennenden Wasserstoffes ist, wobei selbst schon die größte bekannte Hitze erregt wird. Auch eine andere Entmischung seiner Bestandtheile, gleich dem Gähren oder Faulen organischer Substanzen, kann es nicht erleiden; tritt eine solche Veränderung ein, so

ist es immer ein Zeichen von Verunreinigung durch organische Substanzen.

75. Das Wasser kommt in allen drei Aggregationszuständen vor, im tropfbar flüssigen als Thau, Regen-, Fluß- und Meerwasser, im expansiblen der atmosphärischen Luft beigemengt, im festen als Reif, Schnee, Hagel, dann chemisch gebunden als Hydrat- und Krystallisationswasser.

Das für gewöhnlich verwendete Wasser ist Regen-, Brunnen-, Fluß- oder Mineralwasser. Das Regenwasser kann zu vielen Zwecken, wo Wasser nicht von absoluter Reinheit gefordert wird, als hinlänglich rein angesehen werden, wenn es, nachdem der Regen schon einige Zeit gedauert und die Atmosphäre abgewaschen hat, entfernt von Dächern und Rinnen aufgefangen wird. — Das aus der Erde hervordringende Wasser, Brunnen- oder Quellwasser, enthält geringe Quantitäten von Salzen aufgelöset, welche es bei seinem Durchsickern durch die Gebirge aufzunehmen Gelegenheit hatte; ferner hält es eine größere oder geringere Menge Kohlensäure absorbirt, und durch Hilfe derselben einige sonst im Wasser unlösliche Salze aufgelöst, z. B. kohlensaure Bittererde, kohlensauren Kalk als doppelkohlensaure Salze. Wird die freie Kohlensäure durch längeres Stehen an der Luft oder durch Kochen ausgetrieben, so scheiden sich auch die letztgenannten Salze als unlöslich aus; daher die Incrustationen der Wasserleitungsröhren, das Absetzen des Pfannensteins in den Wasserkesseln, Bildung von Stalaktiten, Sinter, Tropfsteinen in vielen Kalkhöhlen u. s. w.

Das Flußwasser enthält keine freie Kohlensäure, indem sie sich während des längern Laufes verflüchtiget hat, daher auch nicht die durch sie löslichen Salze; Flußwasser nennt man auch weiches Wasser zum Unterschied des Kalksalze (vorzüglich kohlensauren und schwefelsauren Kalk) haltenden Brunnenwassers, das man auch hartes Wasser nennt. Wasser endlich, welches so viele fremdartige Substanzen aus dem Mineralreiche aufgelöset enthält, daß es hievon einen eigenthümlichen Geschmack, zuweilen auch Geruch und Farbe erhält, wodurch es auch nicht mehr geeignet ist, als gewöhnliches Getränk zu dienen, sondern besondere Wirkung auf den menschlichen Organismus ausübt, heißt Mineralwasser. Nach den vorwaltenden Bestandtheilen gibt es a. Säuerlinge (Sauerbrunnen), welche Kohlensäure enthalten, b. Stahlwässer, mit kohlensaurem Eisenoxydul, c. Schwefel- oder hepatische Wässer (die Schwefelwasserstoffgas absorbirt enthalten), und endlich d. salinische Wässer. Zu den letztern gehört auch das Meerwasser, welches viele Salze aufgelöst enthält, daher salzig und bitter schmeckt, und beim Genusse Ueblichkeiten

und Erbrechen erregt. Der Salzgehalt des Meerwassers ist verschieden in verschiedenen Meeren. Er beträgt in dem des mittelländischen Meeres 4 Procente, wovon nur 2.72 Kochsalz ist; die übrige Menge besteht aus Kalk und Bittererde, an Schwefelsäure und Kohlensäure gebunden, dann aus den Chloriden von Kalium und Magnesium; außerdem enthält es auch Spuren von Jod und Brom, und Ueberreste organischer Wesen.

76. Nebst dem, daß das Wasser im gewöhnlichen Leben als das zur Erhaltung des thierischen Organismus unentbehrliche Getränk dienet, zugleich das nothwendige Verdünnungsmittel aller andern Getränke ist, auch die Genießbarkeit vieler vegetabilischen und thierischen Stoffe bedingt, so ist es auch in dem Gebiete der Chemie und Technik zu den mannigfaltigsten Anwendungen benützt.

Zu chemischen Operationen muß dasselbe, um die entstehenden Producte nicht mit den fremdartigen Beimischungen des Wassers zu verunreinigen, und hiedurch Reactionen herbei zu führen, die einen unrichtigen Schluß auf die zu untersuchenden Körper veranlassen würden, im reinen Zustande angewendet werden. Chemisch rein erhält man dasselbe nur durch sorgfältige Destillation. Man füllet zu diesem Zwecke eine kupferne Destillirblase höchstens zu $^3/_4$ ihres Inhaltes mit Fluß- oder Brunnenwasser, und führet $^2/_3$ desselben in die Dampfform über. Das in dem kühl gehaltenen Helme condensirte Wasser wird erst aufgefangen, wenn der Apparat durch die ersten Portionen desselben gehörig ausgespült ist. Der Helm muß verzinnt sein, der Apparat überhaupt nur zum Destilliren von Wasser, nicht auch von Weingeist verwendet werden, weil das Wasser sonst durch eine Spur von Grünspan verunreiniget werden könnte; selbst Glasgefäße taugen nicht, da sie allmälich von kochendem Wasser angegriffen werden. Da Brunnenwasser Chlormagnesium aufgelöst enthält, dieses in der Hitze zersetzt wird, und Salzsäure frei gibt, so empfiehlt man Kalk hinzuzugeben, um diese Säure zu binden, wodurch zugleich die freie im Wasser befindliche Kohlensäure überzugehen verhindert wird. Destillirtes Wasser muß sodann in wohl verschlossenen Flaschen vor sauren und alkalischen Dämpfen, so wie vor organischen Ausflüssen geschützt, aufbewahrt werden. — Um Meerwasser zum Genuß auf Seereisen tauglich zu machen, hat man die Destillation desselben vorgeschlagen; um demselben aber auch den anhängenden empyreumatischen Geschmack zu benehmen, welcher von einem durch die Zerstörung organischer Substanzen entstandenen Oehle herrührt, muß dasselbe nach der Destillation mehre Tage der Luft ausgesetzt werden, wodurch sich jene Beimischung entweder verflüchtiget oder in Wasser und Kohlen-

säure zersetzet. Capitän Freyssinet hat sich auf seinen Reisen um die Welt eines so gereinigten Wassers bedient. (Cours de Chimie à l'usage de l'école militaire de Saint-Cyr.)

77. Zu den verschiedenen technischen Arbeiten kann Wasser von verschiedener Reinheit angewendet werden. Oft will man bloß hartes Wasser von weichem unterscheiden, was durch eine Auflösung von Seife oder von Kali geschieht, wodurch das erstere stark, das letztere wenig oder gar nicht getrübt wird.

Die Seife, öhlsaures Natron, wird durch kohlensauren Kalk in auflösliches kohlensaures Natron und unlösliche Kalkseife, öhlsauren Kalk, zerlegt; eben so scheidet Kali, indem es sich mit der Kohlensäure verbindet, den Kalk als unlöslich aus.

Hartes Wasser wird durch bloßes Aussetzen an der Luft zu weichem Wasser, indem die freie Kohlensäure allmälich entweicht, wodurch der einfach kohlensaure Kalk zu Boden fällt. Auch durch Zusatz von Kalk wird die freie Kohlensäure gebunden, und kohlensaurer Kalk niedergeschlagen. Kochen beschleunigt das Entweichen der Kohlensäure. — Mechanische Verunreinigungen, die im Wasser suspendirt sind, läßt man durch bloßes ruhiges Stehen zu Boden setzen, oder scheidet sie durch Filtriren aus, was im Großen durch Sand geschieht. Wasser, welches aus organischen Substanzen extrahirbare Theile aufgenommen hat, wodurch es, wenn dieses in größerem Maße der Fall ist, trübe und gefärbt erscheint, einen unangenehmen Geruch und widrigen Geschmack erhält, für den Genuß nicht nur höchst untauglich, sondern sogar schädlich ist, kann klar, und selbst, wenn die Fäulniß der organischen Substanz schon eingetreten ist, zum Genusse tauglich gemacht werden, wenn man es durch abwechselnde Schichten von Sand und Kohle filtrirt; der Sand hält die mechanischen Verunreinigungen zurück, die Kohle aber wirkt chemisch, indem sie dem Wasser den üblen Geruch und Geschmack benimmt.

Wasserreinigungsapparat. Fig. 9 stellt den Filtrirapparat von Zeni vor; derselbe besteht aus einem größeren Fasse aa, in welchem ein kleineres b concentrisch aufgestellt ist; Löcher oder Einschnitte in dem unteren Theile der Dauben des letztern, gestatten die Communication zwischen dem innern und äußern ringförmigen Theile. Beide dieser Räume sind bis auf eine gewisse Höhe mit den zum Filtriren erforderlichen Materialien in Schichten von bestimmter Höhe gefüllt, nämlich im innern Raume folgt von oben nach unten grober Schotter 4″, grober Sand 4″, feiner Flußsand mit erbsengroß granulirter Kohle 4″, und endlich feiner Sand 7″. Der äußere Raum enthält zu unterst feinen Flußsand 10″, darauf liegt grober Sand 5″, und endlich oben grober

Schotter 4″. Aus der Wasserzuleitungsröhre c fließt das Wasser in das innere Gefäß, sinkt durch die reinigenden Schichten des von oben nach abwärts immer feiner werdenden Sandes, welcher in der vorletzten mit erbsengroß granulirter Kohle gemengt ist, und dringt durch die Einschnitte im untern Gefäß durch Schichten von immer gröber werdenden Sand empor, wo es sich ansammelt, und durch die mit dem Hahne versehene Röhre e abfließt. Der Zufluß des Wassers wird durch den Schwimmer d regulirt, indem er beim Sinken des Wassers das Ventil der Zuflußröhre c öffnet. Wenn das Filter längere Zeit hindurch im Gange war, und durch den abgesetzten Schlamm sich zu verstopfen anfängt, so wird es auf folgende Art gereiniget. Zuerst wird das Ventil gesperrt, indem die Kugel des Schwimmers durch eine, über Rollen i laufende Schnur gehoben und letztere bei k befestiget wird. Darauf wird der Hahn g an der Zuleitungsröhre geöffnet, das Wasser ergießt sich nun in den äußern ringförmigen Raum, filtrirt in entgegengesetzter Richtung, wodurch die Unreinigkeiten in b ausgeschlämmt werden, und wird durch die damit in Verbindung stehende Röhre f abgelassen, welches Auswaschen ungefähr nach einer Stunde beendet ist. — Die Quantität des Wassers, das durch eben diesen Apparat (bei einer Weite von 4′ für das äußere, und 2′ für das innere Gefäß und bei obigen Höhen der Sandschichten) filtrirt wird, beträgt in der Stunde beiläufig 200 Maß. Im Großen kann ein solcher Apparat aus Mauerwerk hergestellt werden. Sehr trübes Wasser läßt man früher in eigenen Behältern setzen, damit das Filter nicht so schnell verunreiniget werde. In jedem Falle ist eine gewisse Druckhöhe des Wassers zur Ueberwindung des Widerstandes beim Durchfiltriren nöthig, die hier $1^2/_3$mal so groß, als die Höhe der sämmtlichen Sandschichten ist.

78. Um das Wasser vor dem Faulwerden zu bewahren, welches von aufgelösten oder hinein gefallenen organischen Substanzen, todten Wasserinsecten u. s. w. herrührt, bewahrt man es in von innen verkohlten Fässern auf. Hiedurch wird nicht nur das Ausziehen der extractiven Theile des Holzes verhindert, sondern selbst die erste Spur von eintretender Fäulniß zerstöret. Das Verkohlen der innern Wand der Fässer zieht man dem bloßen Hineingeben von Kohle vor. Concentrirte Schwefelsäure oder Kalk sind gleichfalls dienlich, das Faulen zu verhindern; auch $\frac{1}{12000}$ salpetersaures Silberoxyd soll ausreichen. Man empfiehlt zu gleichem Zwecke Alaun, schwefelsaures Eisenoxyd u. s. w.

79. b. Wasserstoffsuperoxyd, oxygenirtes Wasser, $\dot{H}'$ wird als eine Flüssigkeit von sirupartiger Consistenz dargestellt, die den überflüssigen Sauerstoff leicht an andere Körper, schon bei der bloßen Berührung mit denselben, abgibt. Man hat sich desselben bedient, um das Weiß alter Gemählde (Bleiweiß) wieder herzustellen. Die mit vieler Umständlichkeit verbundene Darstellung und der hohe Preis desselben macht seine Anwendung sehr beschränkt.

3. Stickstoff.

80. Stickstoff, Azot, Nitrogenium, $N = 8.85$, kommt vor als Gemengtheil der atmosphärischen Luft, und chemisch gebunden als Hauptbestandtheil der meisten thierischen und mehrer vegetabilischen Substanzen. Man kennet ihn frei nur in Gasform.

Stickstoffgas wird dargestellt:

1. Durch Verbrennen von Phosphor in einer mit atmosphärischer Luft gefüllten und durch Wasser abgesperrten Glocke. Der Sauerstoff der abgesperrten Luft verbindet sich mit dem Phosphor zu Phosphorsäure, die vom Wasser aufgenommen wird, und das Stickstoffgas bleibt zurück; um die geringe Menge des der atmosphärischen Luft beigemengten kohlensauren Gases hinwegzuschaffen, muß dasselbe in einer Flasche mit Kalkmilch geschüttelt, und, um es trocken zu erhalten, durch eine mit Chlorcalciumstücken gefüllte Röhre geleitet werden.

2. Durch Schütteln von Bleiamalgam in einer mit atmosphärischer Luft gefüllten und luftdicht verstopften Flasche. Das Blei oxydirt sich auf Kosten des Sauerstoffes der eingeschlossenen Luft, und das Stickgas derselben bleibt zurück.

3. Aus einer Ammoniaklösung, durch welche man Chlorgas leitet. Das aus Stickstoff und Wasserstoff bestehende Ammoniak wird durch das Chlor zerlegt, der Wasserstoff bildet mit dem Chlor Salzsäure, und diese tritt mit dem unzersetzt gebliebenen Ammoniak zu chlorwasserstoffsaurem Ammoniak (Salmiak) zusammen; Stickstoff wird in Gasgestalt frei.

$$NH^3 + 3Cl = 3\,ClH + 2N.$$

4. Durch Kochen von salpetrigsaurem Ammoniak, $NH^3 + \dddot{N}$. Säure und Basis desselben werden zersetzt, entbinden Stickgas und hinterlassen Wasser, wozu ihre Zusammensetzung gerade hinreicht.

$$NH^3 + \dddot{N} = 3\dot{H} + 4N.$$

81. Das Stickgas ist ein permanentes, farb-, geruch- und geschmackloses Gas, von der Dichte 0.976. Es ist zum Athmen untauglich, aber nicht absolut schädlich, sondern nur, weil Sauerstoffgas, die nothwendige Bedingniß zum thierischen Leben, fehlt. Eben so kann es weder das Verbrennen der Körper unterhalten, noch selbst in dem gewöhnlichen Sinne brennbar genannt werden; jedoch entzündet der durchschlagende elektrische Funke ein feuchtes Gemenge von Stickstoff- und Sauerstoffgas an der getroffenen Stelle, wodurch bei oftmaliger Wiederholung die Bildung der Salpetersäure, die vom Wasser aufgenommen wird, nachgewiesen werden kann. Der Stickstoff tritt nur mit wenig Stoffen in Verbindung (17.) und

dieses meistens, wenn er im Entstehungszustande sich befindet. Er erscheint hiebei immer als Doppelatom.

Im isolirten Zustande als Gas findet der Stickstoff keine andere Anwendung, als bei einigen chemischen Experimenten; da er so geringe Verwandtschaft gegen alle andere Körper äußert, so läßt er sich zur Bildung künstlicher Atmosphären brauchen, in welchen man Körper auf einander einwirken läßt, die mit Sauerstoff nicht in Berührung kommen dürfen; aber auch für diesen Zweck ist seine Anwendung sehr beschränkt, indem er durch das sehr leicht in großer Menge darstellbare Wasserstoffgas in den meisten Fällen ersetzt werden kann. Die besondere Nothwendigkeit seines Daseins in der Atmosphäre, gleichsam als Verdünnungsmittel, um die Wirkungen des Sauerstoffes für die gewöhnlichen Verbrennungsprocesse, so wie auch bei der bestehenden Einrichtung unseres Organismus für den Athmungsproceß zu mildern, ist schon beim Sauerstoffe angegeben worden; die wichtige Rolle, die er bei Entstehung der salpetersauren Salze und bei der Darstellung der Cyanverbindungen hat, wird an dem geeigneten Orte folgen.

Verbindungen des Stickstoffes.

Stickstoff und Sauerstoff.

82. Ehe zu den chemischen Verbindungen des Stickstoffes mit dem Sauerstoffe übergegangen wird, soll vorerst der atmosphärischen Luft gedacht werden, welche als ein mechanisches Gemenge der beiden Gase angesehen wird.

Atmosphärische Luft.

Die atmosphärische Luft, jene durchsichtige, permanent expansibel flüssige Hülle unseres Erdkörpers, ist nahe 770mal leichter als Wasser. Das Gewicht eines Wiener-Kubikfußes derselben beträgt bei 0° und 760 Millimeter Barometerstand 564 Grane, (ein Kub. Zoll wiegt 0.326 Grane). Das specifische Gewicht derselben wird als Vergleichungspunkt bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes anderer Gase genommen und daher dessen Dichte = 1.000 gesetzt. Für die Wärme und Elektricität ist dieselbe ein schlechter Leiter; in Bezug der ersteren dehnet sie sich, so wie eine jede andere Gasart, für jeden Grad der Centesimalscale um 0.00365 von dem bei 0° eingenommenen Volum aus, so daß das auf 0° reducirte Luftvolum $= \frac{V}{1 \pm 0.00365\,t}$ ist, wenn V das abgelesene Volum und $\pm\, t$ die Anzahl Grade über oder unter 0° nach der Centesimalscale bedeutet; (für 1° der R. Scale $= \frac{V}{1 \pm 0.00456\,t}$).

83. Die Hauptgemengtheile der atmosphärischen Luft sind Sauerstoff- und Stickgas, nebst dem enthält sie kohlensaures Gas und Wasserdampf.

Die ersteren beiden sind im Verhältniß von 21:79 dem Volum nach, und 23.07:76.91 nach dem Gewichte, in derselben enthalten, und dieses Verhältniß ist unter allen Umständen durch die genauesten Versuche als unveränderlich gefunden worden, obwohl durch Menschen und Thiere beim Athmen, und durch die verschiedenen Brennmaterialien bei so vielen Feuerungsprocessen, so wie auch bei vielen andern Oxydationsprocessen Sauerstoff in sehr großer Menge verwendet wird. Die gewöhnlichen Gemächer und sonstigen Localitäten sind, wenn auch verschlossen, doch keineswegs so luftdicht abgesperrt, daß nicht die Herstellung des Gleichgewichts mit der äußern Luft, sowohl in Bezug der durch Wärme veränderten Spannung, als des durch obige Processe gestörten Mischungsverhältnisses erfolgen könnte. Als Hauptquelle für die Wiedererzeugung des verbrauchten Sauerstoffgases in dem großen Reservoir der Atmosphäre kennt man nur den Lebensproceß der Pflanzen, welche die auf obigen Wegen erzeugte Kohlensäure zersetzen und Sauerstoffgas frei geben.

Die durch so viele Kunst- und Naturprocesse erzeugte, auch wieder in ungleicher Menge verwendete Kohlensäure, der dritte Gemengtheil der atmosphärischen Luft, findet sich aus eben dieser Ursache in einem veränderlichen Verhältnisse in derselben vor. Nach Saussure's Versuchen kann dieselbe nur auf 0.04 Procent dem Volum (0.06 Procent dem Gewichte) nach angenommen werden. Nebst dem, daß dieses Gas nach verschiedenen Localitätsumständen, nach Verschiedenheit der Jahreszeiten u. s. w., in verschiedenen Mengen angegeben wird, so sind es vorzugsweise die untern Regionen, und besonders Keller, Brunnen, verschlossene Gänge u. s. w., wo es sich wegen seiner größern Dichte, so wie wegen anderer die Herstellung des Gleichgewichtes verzögernden Umstände, oft in unverhältnißmäßig großer Menge ansammelt.

Die atmosphärische Luft enthält endlich auch Wasser in expansibler Form; der Gehalt an demselben ist jedoch veränderlich, in Folge fortdauernder Bildung durch Verdampfung und Zurückführung des gebildeten Wasserdampfes in die tropfbare Form, worüber im Artikel Hygrometrie in physicalischen Abhandlungen das Nähere gelehrt wird.

Um den Sauerstoffgehalt sowohl in der atmosphärischen Luft, als auch in einem auf andere Weise erzeugten Gasgemenge zu bestimmen, setzt man ein genau gemessenes Volum der zu untersuchenden Luftart der Wirkung eines dem Sauerstoffe sehr verwandten Körpers aus, und macht aus der die erfolgte chemische Wirkung begleitenden Raumsverminderung einen Schluß auf die Menge des Sauerstoffgases. Das Nähere hierüber

lehrt die Eudiometrie. Die dazu nöthigen Instrumente heißen Eudiometer, die dem Sauerstoffe verwandten, und zu derlei Bestimmungen brauchbaren Stoffe, eudiometrische Mittel. Derlei eudiometrische Mittel sind Phosphor (rasch oder langsam verbrennend), Wasserstoffgas, Schwefelkalium u. s. w.

Das Dasein des kohlensauren Gases erkennt man durch Kalk- oder Barytwasser, welches sich in der Berührung mit kohlensäurehältiger Luft mit einem weißen Häutchen überzieht, das allmälich stärker wird, und endlich als unauflöslicher Niederschlag zu Boden fällt. Soll die Menge des kohlensauren Gases angegeben werden, so muß ein nicht zu kleines Luftquantum mit dem Barytwasser durch Schütteln oder Durchstreichen in gehörige Berührung gebracht, und der entstandene Niederschlag gut ausgewaschen und getrocknet werden. Die bekannte Zusammensetzung des kohlensauren Baryts gibt auf 100 Thle. dieses Salzes 22.3 Thle. Kohlensäure an.

84. Nebst diesen immer und überall in der Atmosphäre vorhandenen vier Gemengtheilen sind auch besonders in den untern Regionen an manchen Orten und zu gewissen Zeiten andere zufällige Beimengungen in expansibler Form vorhanden, als: Kohlenwasserstoffgas über Sümpfen, in Steinkohlengruben u. s. w.; Schwefelwasserstoffgas über hepatischen Quellen; schwefligsaures und salzsaures Gas in der Nähe der Krater von Vulkanen, auch selbst der Fabriken, wo sie sich oft in reichlicher Menge entbinden; ferner Ammoniak, das sich bei der Fäulniß thierischer Stoffe erzeugt. Die genannten Verunreinigungen sind in Fällen, wo sie in einiger Menge vorkommen, immerhin durch chemische Reagentien nachweisbar, was aber nicht mehr der Fall ist, mit den Ausdünstungen von Menschen und Thieren und den dampfartigen Producten der Fäulniß, welche unter dem allgemeinen Namen Miasmen begriffen sind, und nachtheiligen Einfluß auf die Gesundheit des Menschen ausüben; jedoch kennt man Mittel, dieselben zu zerstören.

85. Die Meinung, die atmosphärische Luft wäre eine chemische Verbindung von Sauerstoff- und Stickgas, welchem sodann kohlensaures Gas und Wasserdampf beigemengt wären, und zwar die niedrigste Oxydationsstufe des Stickgases, zu welcher Meinung die stets gleich bleibende Menge der beiden Gase, so wie die Annäherung an das Verhältniß von 80:20 oder 4:1 beitrug, ist hinlänglich widerlegt; denn einerseits wurde das keineswegs mit den stöchiometrischen Zahlen übereinstimmende Verhältniß 79:21 durch die genauesten Versuche als richtig bestätiget, kann daher

nicht mit 80:20 verwechselt werden, anderseits fehlt der atmosphärischen Luft auch der übrige Charakter einer chemischen Verbindung (5.). Auch der Umstand, daß das aus der Atmosphäre vom Wasser absorbirte Gasgemenge sauerstoffreicher ist, als die atmosphärische Luft selbst, deutet auf eine Mengung, indem dieselbe, im Falle einer chemischen Verbindung, in dem unveränderten Verhältnisse der Bestandtheile auch im Wasser absorbirt gehalten würde.

Chemische Verbindungen.

86. Chemische Verbindungen zwischen Stickstoff und Sauerstoff finden in vier verschiedenen Verhältnissen statt, und zwar 2 Atome des ersteren mit 1, 2, 3 und 5 Atomen des letzteren, wodurch zwei Säuren und zwei Oxyde gebildet werden.

87. Salpetersäure, $\dddot{\text{N}} = 17.7 + 50 = 67.7$. Diese Säure kommt in der Natur an Basen (Kali, Natron, Kalk, Bittererde) gebunden vor, durch deren disponirende Einwirkung sie aus den beiden Hauptbestandtheilen der Atmosphäre oder aus dem Sauerstoffe derselben, mit dem beim Verwesen thierischer Substanzen frei werdenden Stickstoffe, gebildet wird. In ähnlicher Verbindung ist sie auch in einigen Pflanzen enthalten, als Tabak, Mais Sonnenblumen u. s. w. In directe Verbindung mit dem Sauerstoffe tritt der Stickstoff nur, wenn der elektrische Funke durch ein feuchtes Gasgemenge von Stick- und Sauerstoffgas geleitet wird, wobei die entstandene Salpetersäure in Ermanglung einer andern Basis an Wasser gebunden bleibt (Spuren von Salpetersäure im Regenwasser nach Gewittern).

Die Salpetersäure wird durch Zerlegung des im Handel vorkommenden Salpeters mittelst Schwefelsäure dargestellt, wobei man auf 1 Atom Salpeter 2 Atome der gewöhnlichen concentrirten Schwefelsäure, $\dddot{\text{S}} + aq$, anwendet (auf 100 Thl. Salpeter 97 Thl. Säure). Die Salpetersäure wird durch die stärkere Schwefelsäure in Dampfform ausgetrieben, indem sie sich das eine Atom Wasser der Schwefelsäure aneignet, und wird in der Vorlage im flüssigen Zustande condensirt. Im Rückstande bleibt 2fach schwefelsaures Kali mit dem zweiten Atome Wasser, welches bei der hier nothwendigen Temperatur von diesem Salze noch nicht abgegeben wird. — Früher wandte man nur das einfache stöchiometrische Verhältniß der Schwefelsäure an. In diesem Falle findet der Proceß in der ersten Hälfte der Operation auf dieselbe Art statt, wie zuvor; nämlich die Hälfte des Salpeters wird zerlegt, dessen Säure mit der Hälfte des Wassers der Schwefelsäure und dessen Kali bildet mit der ganzen Menge der Schwefelsäure das

2fach schwefelsaure Kali, mit dem die andere Hälfte des Wassers noch verbunden ist. Die Zerlegung der andern Hälfte des Salpeters erfolgt aber bei dieser Temperatur nicht weiter, es muß daher die Hitze gesteigert werden, und dieses so hoch, daß die Salpetersäure, obwohl die nothwendige Menge des Wassers noch vorhanden ist, in salpetrige Säure und Sauerstoffgas zersetzt wird. Erstere geht in Gestalt rothbrauner Dämpfe davon, und mischt sich mit der früher übergegangenen Säure; letztere kann als Gas aufgefangen werden.

Der Apparat ist der in Fig. 7. dargestellte; die Retorte darf mit den nothwendigen Stoffen nicht viel über die Hälfte gefüllt sein, und steht mittelst eines Vorstoßes mit einem Ballon in Verbindung, aus dem ein Welther'sches Verbindungsrohr die allenfalls nicht condensirten Dämpfe in eine Flasche unter Wasser leitet, an welche bei letzterer Bereitungsart eine Gasentbindungsröhre angebracht sein kann, um sich von der Entbindung des Sauerstoffgases zu überzeugen. Das Einfüllen der Schwefelsäure muß, um zu große Erhitzung zu vermeiden, nur allmälich, und um nicht den Retortenhals und hiedurch das Destillat zu verunreinigen, mittelst eines horizontal bis in den Bauch der Retorte reichenden Trichters geschehen. Die Fugen zwischen Retorte und Vorstoß u. s. w. werden mit fettem Kitte und thierischer Blase geschlossen. Wenn die Schwefelsäure die Masse hinlänglich durchdrungen hat, wird gelindes Feuer gegeben. Wird die Zerlegung des Salpeters durch 2 Atome Schwefelsäure bewirkt, so braucht die behutsam gesteigerte Wärme nicht viel über 100° zu reichen, wird aber nur 1 Atom der Säure genommen, muß sie in der zweiten Hälfte der Operation über 160° und am Ende selbst bis zur Glühhitze gesteigert werden (336°); auch ist hiebei viele Vorsicht nothwendig, um das Ueberschäumen der Masse zu verhindern. Ballon und Flasche, so wie auch der untere Theil des Retortenhalses und des Vorstoßes, müssen fortdauernd gut abgekühlt gehalten werden. — Man kann auch sogleich 4 Procent des angewendeten Salpeters an Wasser in die Retorte zusetzen, und erhält dadurch eine Säure von 1.420 spec. Gewicht. Nur ist hiebei zu besorgen, daß die erhaltene Säure durch mechanisch überführtes schwefelsaures Kali verunreiniget werde, da sich die Masse fortwährend in spritzendem Kochen befindet.

Da gegenwärtig das salpetersaure Natron als Handelsartikel viel geringer im Preise steht, als das salpetersaure Kali, so wendet man jenes mit Vortheil zu diesem Zwecke an. In diesem Falle wird (nach Dr. Graham's Lehrbuch der Chemie, übersetzt von Dr. J. Otto) auch schon bei Anwendung von 1 Atom Schwefelsäure keine so hohe Temperatur erforderlich, und man erhält eine bei weitem weniger gefärbte Schwefelsäure, als bei Anwendung des Kalisalpeters.

88. Die in der erklärten ersten Operation in die Vorlage übergehende Säure ist entweder ganz farblos, oder besitzt eine schwachgelbe Farbe.

Die reine concentrirteste Salpetersäure hat eine Dichte von 1.520. In diesem Zustande enthält sie 0.14 Wasser, was 1 Atome entspricht, von

welchem sie nicht getrennt werden kann, ohne eine andere Basis zu erhalten, oder eine Zersetzung zu erleiden (Salpetersäurehydrat). Diese Säure ist wasserhell, hat einen eigenthümlichen Geruch, im verdünnten Zustande sehr sauren Geschmack, concentrirt wirkt sie sehr ätzend, organische Substanzen, als: Haut, Nägel, Seide, Holz, Wolle u. s. w., werden durch dieselbe dauernd gelb gefärbt, und bei längerer Einwirkung endlich ganz zerstört. — Dieses Salpetersäurehydrat hat noch ferner große Neigung, sich mit Wasser zu verbinden; sie schmilzt daher selbst unter Wärmeentwicklung, Eis und Schnee, und condensirt die Wasserdämpfe der atmosphärischen Luft, daher sie auch rauchend erscheint. Mit dem zunehmenden Wassergehalte nimmt das specifische Gewicht derselben ab, aber wegen der dabei statt findenden Verdichtung nicht in dem Verhältnisse der aufgenommenen Wassermenge, wie es aus der am Schlusse beigefügten Tabelle zu ersehen ist. — Der Gefrierpunkt dieser concentrirtesten Säure fällt auf —32°, ihr Siedpunkt nahe auf 69°; sie kann aber nicht ohne Zersetzung überdestillirt werden. Wird Säure, welche nicht die höchste Concentration hat, einem anhaltenden Kochen unterworfen, so geht erst ein mehr concentrirter Antheil über, und der Kochpunkt des immer schwächer werdenden Rückstandes steigt fortdauernd höher, bis er auf 98° gestiegen ist; die Dichte der Säure ist in diesem Falle 1.420. Umgekehrt, geschieht dieses mit verdünnterer Säure, so geht zuerst Wasser und sehr wässerige Säure über, und der Kochpunkt, der Anfangs nicht viel über dem des Wassers war, steigt wieder bis 98°, während die hiedurch stärker gewordene Säure allmälich bis zur Dichte von 1.420 gelangt ist. Hat sie diese Dichte erreicht, wobei sie 40 Procent Wasser enthält, destillirt sie sodann unverändert über.

In der Salpetersäure ist der Stickstoff mit dem Sauerstoffe so locker gebunden, daß durch geringe Veranlassungen diese Verbindung zum Theile oder selbst ganz aufgehoben wird. Dieses geschieht, wie schon erwähnt wurde, durch das Entziehen ihres Wassers, wenn man sie mit 4 bis 5 Thln. concentrirter Schwefelsäure behandelt, durch Wärme, wie bei der Destillation der höchst concentrirten Säure, oder wenn ihr Dampf durch erhitzte Röhren getrieben wird, wobei sie in salpetrige Säure und Sauerstoff zerfällt, bei hinlänglichem Glühen selbst in ihre Elemente. Auf sehr concentrirte Säure wirkt auch schon das Licht zersetzend, wodurch sie gelb gefärbt wird. — Die Zersetzung erfolgt ferner durch Chlor in salpetrige Säure und Sauerstoff (was sich schon bei Einwirkung der Schwefelsäure auf einen mit Chloriden verunreinigten Salpeter zeigt); durch Schwefel, Phosphor, Kohle und durch Metalle, durch letztere selbst ohne Anwendung von Wärme. Hiebei

ist die Zersetzung meistens in Stickstoffoxydgas und Sauerstoff (bei einigen Metallen unter Anwendung von sehr verdünnter Säure in Stickoxydul- oder selbst in Stickgas und Sauerstoff). Durch letzteren werden die oxydablen Stoffe oxydirt, Stickstoff oder die übrig bleibende Stickstoffverbindung entweicht als Gas (Bereitung der salpetersauren Metalloxyde). Merkwürdig ist das Verhalten der Salpetersäure von 1.480, da sie bei diesem Concentrationsgrade Zink, Eisen, selbst bei gelinder Wärme nicht angreift, was bei größerer Verdünnung wieder statt findet. Endlich wirken auch organische Körper zersetzend auf diese Säure ein, wo nach dem verschiedenen Gehalte der Elementarbestandtheile des organischen Körpers auch verschiedenartige Producte das Resultat dieser gegenseitigen Einwirkung sind.

89. Die nach der zweiten Bereitungsart dargestellte Säure $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}} + x\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$, ist ein Gemische von Salpetersäure und salpetriger Säure mit einem verschiedenen Gehalte an letzterer, wonach sie von einer gelbrothen bis dunkelrothen Farbe erscheint; sie stößt an der Luft rothe Dämpfe aus, und führt den Namen rauchende Salpetersäure. Ihre Dichte steigt bis 1.560. Merkwürdig ist das Verhalten dieser Säure zum Wasser, durch dessen Zusatz sie nach Maßgabe der Menge desselben aus der dunklen Farbe ins Gelbe, Grüne, Blaue übergeht, und endlich ganz farblos wird.

Die im Handel vorkommende Salpetersäure hat gewöhnlich eine Dichte von 1.190 bis 1.480, und führt den Namen einfaches und doppeltes Scheidewasser.

Die Salpetersäure kann mit Schwefelsäure oder bei Anwendung von unreinem Salpeter mit Chlor verunreinigt sein. Erstere endeckt man durch den Niederschlag, welchen eine Lösung von salpetersaurem Baryt in der vorher mit Wasser verdünnten Salpetersäure hervorbringt; man reinigt sie, indem man sie über eine Portion Salpeter destillirt. Entsteht hingegen durch eine salpetersaure Silberlösung ein Niederschlag, so ist die Verunreinigung mit Chlor angezeigt; in diesem Falle wird sie durch Fällung mit diesem Reagens, und darauf folgende Destillation gereinigt. Man wendet hiezu auch salpetersaures Bleioxyd an, wodurch sowohl Schwefelsäure als Chlor gebunden werden, und bei der Destillation zurückbleiben. — Salpetersäure darf auch, wenn eine kleine Portion auf einem Uhrglase verdampft wird, keinen Rückstand lassen, was eine Folge von dem durch Spritzen oder Aufschäumen überführten Rückstande wäre.

Die Concentration der Salpetersäure bestimmt man durch Ausmittlung ihrer Dichte mit Hilfe des Areometers und Anwendung nachstehender Tabelle, welche für die verschiedenen Dichten den Procentengehalt an wasserfreier Säure, und den an Säure von der Dichte 1.500 enthält.

Dichte	Procente		Dichte	Procente	
	an trockener Säure	an Säure v. 1.500 Dichte		an trockener Säure	an Säure v. 1.500 Dichte
1.500	79.70	100	1.322	43.83	55
1.494	77.30	97	1.295	39.85	50
1.485	74.92	94	1.264	35.86	45
1.476	72.53	91	1.234	31.88	40
1.467	70.14	88	1.202	27.89	35
1.457	67.75	85	1.171	23.80	30
1.438	63.76	80	1.140	19.92	25
1.419	59.77	75	1.111	15.94	20
1.398	55.79	70	1.082	11.95	15
1.373	51.80	65	1.054	7.97	10
1.348	47.82	60	1.027	3.98	5

Die Salpetersäure dient zur Bereitung verschiedener oxydirter Körper und Säuren, als der Schwefelsäure, Kleesäure, so wie zur Auflösung verschiedener Metalle, entweder Behufs der Untersuchung derselben, z. B. des Kanonenmetalles, oder zur Darstellung salpetersaurer Salze zu besonderen Anwendungen, z. B. des salpetersauren Bleioxydes als Luntenbeitze, ferner zur Darstellung des Königswassers; in verdünntem Zustande für Metallarbeiter zum Beitzen der Metalle, für Kupferstecher u. s. w.; endlich zur Zerstörung der Miasmen, wozu ein von Chloriden reiner Salpeter in flachen Schalen mit Schwefelsäure übergossen, in die zu reinigenden Räume gestellt wird. — Salpetersäure endlich ist derjenige wichtige Bestandtheil im Salpeter, welcher unter Einwirkung von Kohle und Schwefel das Gasquantum im Schießpulver bedingt.

Die folgenden drei Oxydationsstufen des Stickstoffes kommen in der Natur nicht vor; sie erscheinen nur als die Zersetzungsresultate der Salpetersäure.

90. Salpetrige Säure $\dddot{N}$. Mengt man 4 Volum Stickstoffoxydgas (aus 2 Volum Stick-, und 2 Volum Sauerstoffgas zusammengesetzt) mit 1 Volum Sauerstoffgas, so erhält man die salpetrige Säure als dunkelrothgelbes Gas, welches bei — 16° zu einer grünen Flüssigkeit condensirt wird. Dieses Gas hat einen erstickend stechenden Geruch, und gleicht in

seinen Wirkungen der Salpetersäure sowohl auf organische Stoffe, die sie gelb färbt, als auf oxydable, durch die sie weiter zersetzt wird. Mit Wasser kann sie nicht bestehen; es entsteht durch ungleiche Vertheilung des Sauerstoffes Salpetersäure, die sich mit dem Wasser mischt, und Stickstoffoxyd, das als Gas entweicht.

$$3\dddot{N} \left\{ \begin{array}{l} 2\ddot{N} \ldots\ldots \\ \left. \begin{array}{l} 2O \ldots \\ \ddot{N} \ldots \end{array} \right\} \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N} \end{array} \right.$$

Sie ist ein Bestandtheil der rauchenden Säure, und spielt vorzüglich bei der Fabrication der englischen Schwefelsäure eine wichtige Rolle.

Wenn man versucht von der rauchenden Salpetersäure, die aus Salpetersäure und einer unbestimmten Menge salpetriger Säure besteht, das rauchende Wesen bei gelinder Hitze, und einer gut gekühlten Vorlage abzudestilliren, so erhält man die salpetrige Säure nicht allein, sondern mit 1 Atom Salpetersäure verbunden ($N^2O^5 + N^2O^3$). — Diese Verbindung, die auch durch Erhitzung des scharf getrockneten salpetersauren Bleioxydes erhalten wird, verdient den Namen einer Doppelsäure, salpetrige Salpetersäure. Sie wird von der Salpetersäure verschluckt, und dieß desto mehr, je stärker erstere ist. Durch Wasser erleidet die darin befindliche salpetrige Säure die schon erwähnte Zersetzung, und hiedurch hervorgehende Farbenveränderung. Diese Doppelsäure wird von einigen als die zwischen N^2O^3 und N^2O^5 fehlende Oxydationsstufe angesehen, und mit N^2O^4 bezeichnet, wogegen sie andere nicht für eine eigene Säure halten, da sie weder direct, noch indirect mit Basen in Verbindung tritt.

91. Stickstoffoxyd, $\ddot{N}$, Stickoxydgas, auch Salpetergas, bildet sich durch Desoxydation der Salpetersäure mittelst verschiedener oxydirbarer Stoffe, insbesondere der Metalle. Zu dessen Darstellung wählt man Quecksilber oder Kupfer.

Der Proceß hiebei ist folgender:

$$\begin{array}{l} 4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N} \left\{ \begin{array}{l} \ddot{N} \ldots\ldots\ldots \\ 3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N} \ldots\ldots\ldots \\ 3O \ldots \end{array} \right. \\ 3Cu \ldots\ldots \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 3\dot{C}u \ldots \end{array} \right\} 3\dot{C}u\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$$

Das Stickoxydgas ist ein farbloses, permanentes Gas von der Dichte 1.040. Vom Wasser wird es nur so, wie die früher abgehandelten Gase in sehr geringer Menge absorbirt, reichlicher von der Lösung eines Eisenoxydulsalzes, die dadurch schwarz gefärbt wird.

Die meisten Körper verlöschen in diesem Gase, brennender Phosphor jedoch und glühende Kohle fahren mit verstärkter Lebhaftigkeit in demselben zu brennen fort.

Die bemerkenswertheste Eigenschaft dieses Gases ist, daß es mit Sauerstoffgas, daher auch mit atmosphärischer Luft zusammengebracht, sich in ein rothes Gas verwandelt, das salpetrige Säure ist, daher man es auch benützen kann, um das Sauerstoffgas aus einem Gemenge zu entziehen, oder um dessen Gegenwart darin zu entdecken. Zu eudiometrischen Proben ist es jedoch nicht geeignet, da die in Folge der Absorption durch Wasser vor sich gehende Volumsverminderung kein sicheres Resultat über die Menge des verschwundenen Sauerstoffgases zuläßt.

92. Stickstoffoxydul, $\dot{\bar{N}}$, Stickoxydulgas, oxydirtes Stickgas wird dargestellt, durch Auflösen von Zinn, Zink, Eisen in verdünnter Salpetersäure oder Kochen von salpetersaurem Ammoniak, wodurch sich Wasser und Stickoxydulgas bilden (aus 1 Gr. dieses Salzes ungefähr 1 Kubikzoll Gas). $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}} + \bar{N}\bar{H}^3 = \dot{\bar{N}} + 3O + O + \bar{N} + 3\bar{H} = 2\dot{\bar{N}} + 3\dot{\bar{H}}$.

Das Stickoxydulgas ist ein farbloses, durch 50 Atmosphären Druck coercibles Gas, von der Dichte 1.5. Es besitzt einen schwachen, nicht unangenehmen Geruch, süßlichen Geschmack, welchen es auch dem Wasser mittheilt, von dem es zu $^3/_4$ Volum absorbirt wird. Es kann ganz kurze Zeit eingeathmet werden, erzeugt hiebei Heiterkeit und einen rauschähnlichen Zustand (daher auch der Name Lustgas), der wohl schnell wieder verschwindet, aber bei fortgesetztem Einathmen mit Manie oder Schlagfluß endet. — Angezündete Körper brennen in diesem Gase mit erhöhtem Glanze, wie im Sauerstoffgase, z. B. Kohle, Eisen, Schwefel, Phosphor.

Stickstoff und Wasserstoff. Ammoniak.

93. Das Ammoniak, auch flüchtiges Alkali, $\bar{N}\bar{H}^3 = 21.45$ kommt in der Natur nicht isolirt vor, sondern es findet sich an Kohlensäure, Phosphorsäure u. s. w. gebunden vor, selten in unorganischen, sondern vorzüglich in thierischen Stoffen (z. B. im Urin). — Es bildet sich bei der Zerstörung stickstoffhältiger Substanzen durch Hitze oder Fäulniß, in Folge des Zusammentretens ihrer Grundstoffe in abgeänderten Verhältnissen.

Die Darstellung des Ammoniaks geschieht durch Zerlegung des im Handel vorkommenden Salmiaks (chlorwasserstoffsauren Ammoniaks) mittelst ätzenden Kalkes. 1 Theil Salmiak und 2 Theile Kalk werden fein gepulvert und innig gemengt in eine gläserne Retorte (im Großen in gußeiserne Cilinder) eingetragen und allmälich steigend erhitzt, bis sich beim Glühen des Retortenbodens kein Gas mehr entbindet. Der Proceß hiebei ist: Ausscheidung des Ammoniaks und Bildung von Chlorcalcium und Wasser. $(\bar{N}\bar{H}^3 + \bar{C}l\bar{H}) + CO = \bar{N}\bar{H}^3 + \bar{C}lCa + H^2O$.

Das Chlorcalcium bleibt mit dem im Ueberschusse angewendeten Kalke gemengt in der Retorte, und wird durch Auslaugen von letzterem getrennt. Das Ammoniak geht als Gas davon, und wird als solches entweder über der Quecksilberwanne aufgefangen oder zur Absorption in Wasser geleitet. Im erstern Falle bedient man sich eines gewöhnlichen Gasentbindungsapparates, im letzteren eines von der in Fig. 5, 6 oder 7 vorgestellten Einrichtung. Die Retorte darf nicht über die Hälfte gefüllt sein, da sich die Masse während der Operation aufbläht; die erste Vorlage dient, um unzersetzt übergehenden Salmiak oder das denselben verunreinigende empyreumatische Oehl zurückzuhalten. Zur Absorption vertheilt man $\frac{2}{3}$ bis ein gleiches Gewicht Wasser vom Gewichte des angewendeten Salzes gewöhnlich in zwei vorgelegte Flaschen, welche jedoch damit nicht viel über die Hälfte angefüllt sein dürfen. Sonstige Sicherheitsvorrichtungen, Abkühlen der Vorlagen u. s. w., wie es oben (47.) angegeben wurde.

94. Das Ammoniakgas ist ein farbloses Gas, in der Dichte von 0.59, von scharfem brennendem Geschmacke (Blasen auf der Zunge ziehend) und stechendem Geruche, der schon bei dem bloßen Zusammenreiben von Kalk und Salmiak in Folge der beginnenden Zersetzung, Nase und Augen heftig reitzet. Es ist daher zur Unterhaltung des Athmens, so wie auch des Verbrennens nicht tauglich; selbst brennt es in der atmosphärischen Luft zwar nicht, jedoch im reinen Sauerstoffgase unter Bildung von Wasser und Stickgas. Es ist zersetzbar durch Elektricität, durch Hitze (wenn es durch glühende Röhren geleitet wird), durch Chlor, unter Bildung von Salzsäure und Stickgas. Durch Temperaturserniedrigung auf — 32° oder durch den Druck von $6\frac{1}{2}$ Atmosphären bei 8° wird es zu einer farblosen Flüssigkeit condensirt, liquefacirtes Ammoniak. Die Verwandtschaft dieses Gases zum Wasser ist sehr groß, es schmilzt Eis und verbindet sich mit dem tropfbaren Wasser unter Wärmeentwicklung. Wasser absorbirt das 880fache seines Volums von diesem Gase, wobei es sich ausdehnt, d. i. specifisch leichter wird. Es stellt in diesem Zustande das tropfbare Ammoniak, auch Salmiakgeist genannt, dar, als wasserklare Flüssigkeit mit dem Geruche und Geschmacke des Gases. Das concentrirteste hat eine Dichtigkeit von 0.878, gefriert erst bei —36°, kocht aber sehr leicht (+ 8°), wobei Ammoniakgas entweicht, und unter fortdauerndem Steigen des Siedpunktes bis 80° Wasser zurückbleibt.

Das tropfbare Ammoniak muß in sehr gut verstopften Flaschen aufbewahrt werden, weil ein allmäliches Entweichen des Gases schon bei der gewöhnlichen Temperatur erfolgt; daher man dasselbe auch gewöhnlich von

niederer Concentration darstellet (in der Apotheke von 0.910, was zugleich der Gleichförmigkeit des Präparates wegen geschieht).

Das Ammoniak, kaustisches Ammoniak, im Gegensatze zum kohlensauren oder milden Ammoniak, ist eine Salzbasis mit alkalischer Reaction; flüchtiges Alkali.

Folgende Tabelle gibt den Gehalt von Ammoniak dem Gewichte nach an, welchen die tropfbare Ammoniakflüssigkeit von beigesetzter Dichtigkeit hat.

Dichte des tropfbaren Ammoniaks.	Procentengehalt an Ammoniakgas.	Dichte des tropfbaren Ammoniaks.	Procentengehalt an Ammoniakgas.
0.875	32.3	0.943	14.53
0.887	29.25	0.948	13.46
0.900	26.00	0.951	12.40
0.905	25.37	0.954	11.56
0.917	22.07	0.957	10.82
0.925	19.54	0.960	10.17
0.933	17.52	0.962	9.60
0.938	15.88	0.969	9.50

Das Ammoniak dient in der Chemie zur Erkennung und Abscheidung vieler Substanzen, zur Reinigung von mit Kohlensäure angefüllten Räumen, z. B. Minengängen, als Schutzmittel gegen saure Dämpfe, mit denen es sich zu weißem Nebel verdichtet; zur Vertilgung von durch Säuren erzeugten Flecken u. s. w. Es ist die Basis einiger wichtiger Salze.

Das Ammoniak bildet sich auch beim Durchschlagen des elektrischen Funkens durch ein Gemenge von Sauerstoff-, Stickstoff- und Wasserstoffgas als salpetersaures Ammoniak; bei der Behandlung des Zinnes mit sehr verdünnter Salpetersäure, wo Stickstoff aus der zersetzten Salpetersäure und Wasserstoff aus dem Wasser im Entstehungszustande sich zu Ammoniak verbinden, und dieses mit der überflüssigen Salpetersäure zusammentritt; endlich durch Einwirkung von erhitztem Platinschwamm auf ein Gemenge von Stickoxyd- und Wasserstoffgas.

4. Chlor.

94. Chlor, Chlorine, früher oxydirte Salzsäure, Cl=22.1, wird in der Natur niemals frei angetroffen, sondern an Metalle gebunden, am meisten an Natrium, als Natriumchlorid, Kochsalz. — Die Darstellung desselben geschieht:

a. Durch Digestion der fabriksmäßig aus dem Kochsalze erzeugten Salzsäure, Chlorwasserstoffsäure, mit Braunstein; in diesem Falle wird die Hälfte des Chlors der Salzsäure in Gasform frei, indem sich Manganchlorür und Wasser bildet.

$$2\overline{Cl}\overline{H} + \ddot{Mn} = \overline{Cl} + Mn\overline{Cl} + 2\dot{\overline{H}}.$$

b. Durch Einwirkung der Schwefelsäure auf ein Gemenge von fein gepulvertem Kochsalz und Braunstein. Die Schwefelsäure vermöge ihrer großen Verwandtschaft zu Basen, treibt aus dem Mangansuperoxyde, um es zum Oxydul zu machen, wie bei der Oxygenbereitung, 1 Atom Sauerstoff aus; dieses wird aber nicht frei, sondern verbindet sich mit dem Natrium zu Natron, wodurch schwefelsaures Manganoxydul und schwefelsaures Natron entstehen, und Chlor als Gas frei wird.

$$\begin{array}{lll}
Na\overline{Cl} & \left\{\begin{array}{l} \overline{Cl} \ldots\ldots \\ Na \ldots \end{array}\right. & \\
 & & \dot{Na} \ldots\ldots \quad \dot{Na}\dddot{S} \\
\ddot{Mn} & \left\{\begin{array}{l} O \ldots \\ \dot{Mn} \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right. & \quad \dot{Mn}\dddot{S} \\
2\dddot{S} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & &
\end{array}$$

Das Chlor entbindet sich in Gasgestalt und muß, da es vom Wasser absorbirt wird, und auf das Quecksilber schon in der Kälte wirkt, über einer heißen concentrirten Kochsalzlauge aufgefangen werden. Der Apparat hiezu ist ein gewöhnlicher Gasentbindungsapparat, mit der Einrichtung, daß die Schwefelsäure, die mit der Hälfte ihres Gewichtes Wasser verdünnet wird, in kleinen Portionen nach und nach zugesetzt werden könne (Fig. 3). Durch gelinde Erwärmung befördert man die Gasentwicklung. — Das Gas kann auch durch Chlorcalcium getrocknet, in einer wie gewöhnlich aufrecht gestellten Flasche aufgefangen werden, wenn die Leitungsröhre aus dem Apparate bis auf den Boden derselben geführt ist. Das Chlorgas lagert sich am Boden der Flasche und drängt die specifisch leichtere atmosphärische Luft nach oben und zur Flasche hinaus. Hiebei ist jedoch eine Vermischung mit atmosphärischer Luft nicht leicht zu vermeiden.

Um tropfbares Chlor, d. i. Wasser mit Chlorgas angeschwängert zu erhalten, wählt man den Woulff'schen Apparat, wie bei andern Gelegenheiten, wo ein Gas vom Wasser absorbirt werden soll, nachdem es in der ersten Flasche von der mitgerissenen Schwefelsäure durch Wasser abgewaschen ist (Fig. 5. o. 6.). — Im Großen wird das Chlor in bleiernen Retorten erzeugt, und durch Röhren von demselben Metalle in steingutene Gefäße

geleitet, um es dort vom Wasser absorbiren, oder in andere chemische Verbindungen übertreten zu lassen.

In Bezug der Quantitäten, in denen die nothwendigen Materialien zur Darstellung des Chlors zu nehmen sind, ist vorzüglich auf die Güte des Braunsteines zu sehen, der oft Eisenoxyd und kohlensauren Kalk enthält, daher auch die nach obigem Schema bestimmten stöchiometrischen Quantitäten von Kochsalz, Braunstein und concentrirter Schwefelsäure, welche ziemlich nahe sich wie 4:3:7 verhalten, eine Aenderung erleiden müssen.

95. Das Chlorgas ist von grünlich gelber Farbe (daher sein Name von χλορος, grüngelb), die Dichte desselben ist 2.47. Es hat einen eigenthümlichen erstickenden Geruch, bringt ein Gefühl von Trockenheit in der Nase und ein Kratzen im Halse hervor. Es verursacht Husten, Schnupfen, Brustbeklemmung, je nachdem die eingeathmete Luft mehr oder weniger Chlorgas beigemengt enthielt; reines Chlorgas eingeathmet ist absolut tödtlich. — Durch 4 bis 5 Atmosphären Druck tropfbar gemacht, stellt es eine Flüssigkeit von tief gelber Farbe dar, liquefacirtes Chlor. — Wasser nimmt 2 Volum dieses Gases auf, und gibt das tropfbare Chlor mit der Farbe und dem Geruche desselben und einer Dichte von 1.003. Gleich unter 0^{0} setzt die gesättigte Lösung blättrige Krystalle ab, die Chlorhydrat sind, und bei gelinder Wärme wieder in tropfbares Chlor zerfließen.

Chlor geht mit dem Sauerstoffe nur auf mittelbarem Wege in Verbindung und ist daher nicht brennbar; eben so schwierig verbindet es sich auch mit dem Stickstoffe. Sehr große Verwandtschaft hingegen zeigt es gegen den Wasserstoff. Werden Chlor- und Wasserstoffgas im Dunkeln zu gleichen Raumtheilen mit einander gemengt, und dieses Gemenge sodann dem directen Sonnenlichte ausgesetzt, so verbinden sie sich mit einander unter Explosion zu Salzsäure; am gewöhnlichen Tageslichte erfolgt diese Vereinigung langsam. Auch der elektrische Funke, so wie Platinschwamm entzündet das Gemenge. Das Chlor scheidet daher auch das Wasserstoffgas aus seinen Verbindungen aus, als: aus dem Schwefelwasserstoffgase, aus dem Ammoniak (Stickgasdarstellung), selbst aus dem Wasser, letzteres unter Mitwirkung der Wärme, wozu feuchtes Chlor durch glühende Röhren getrieben wird; hiebei sind Salzsäure und Sauerstoffgas das hervorgehende Resultat. — Phosphor entzündet sich im Chlorgase, so wie auch ein Wachslicht mit viel Ruß absetzender Flamme brennt; das Chlor verhält sich demnach in diesem Falle comburirend, welche Rolle es auch gegen die Metalle spielt, von denen sich mehre in demselben entzünden. Das Chlor tritt immer als Doppelatom in die Verbindung.

Eine sehr große Wirkung übt das Chlor auf Farben organischen Ursprunges aus, indem es sie bleichet, nur das Pigment der Kohle widersteht demselben. Diese Wirkung findet jedoch nur bei der Gegenwart von Wasser statt, indem eigentlich der Sauerstoff des zerlegten Wassers farblose Verbindungen mit dem Pigmente eingeht. Die hiebei entstehende Salzsäure muß wegen ihrer die Faser zerstörenden Wirkung, durch Auswaschen und Behandlung mit Pottasche aufgehoben werden. Die Stärke des Chlorwassers zum Bleichen wird wegen dessen geringer Dichtigkeit nicht mit dem Areometer angegeben, sondern durch das Quantum Indigolösung, welche von einer bestimmten Menge Chlorwasser entfärbt wird; wozu dieselbe stets vom gleichen Gehalte an Indigo sein muß, letzterer aber von gleicher Qualität vorausgesetzt wird (Chlorometrie). — Eine ähnliche Zersetzung äußert das Chlor auch auf die Ausdünstungen von faulenden Thieren und Pflanzen, so wie auf die in der Luft verbreiteten Ansteckungsstoffe (Miasmen).

Das Chlor findet Anwendung als Lösungsmittel für einige Metalle, welche der Einwirkung von Säuren widerstehen, wozu es nur selten im gasförmigen Zustande, sondern meistens in jener Verbindung, die Königswasser genannt ist, genommen wird; ferner zur Bereitung aller durch die Kunst darzustellenden Chlorverbindungen, namentlich der chlor- und chlorigsauren Salze, wozu es in Gasform entwickelt wird, so wie auch der verschiedenen Chlormetalle, zu deren Darstellung es aber auch häufig in Form der Salzsäure genommen wird. Wegen der zerstörenden Einwirkung, die das Chlor auf schädliche Ausdünstungen und Miasmen ausübt, bedient man sich desselben zu Räucherungen in Spitälern, zum Waschen von Leinenzeug u. dgl. der an ansteckenden Krankheiten Verstorbenen, zum Waschen von Krippen und Raufen, an denen Pferde gestanden, die mit der Rotzkrankheit behaftet waren; auch zur Zerstörung von Schwefelwasserstoffgas. — Um Räume von üblen Gerüchen oder Hospitalzimmer von Ansteckungsstoffen zu reinigen, übergießt man das Gemenge aus Braunstein und Kochsalz in einer Schale in sehr kleinen Portionen (etwa theelöffelweise), nach und nach mit einer Mischung aus gleichen Theilen Schwefelsäure und Wasser. Es beginnt sogleich die Entwicklung des Chlorgases, die eine kurze Zeit anhält. Man kann auch das in einer Schale enthaltene Braunsteinpulver von Zeit zu Zeit mit Salzsäure befeuchten. Es ist klar, daß in Zimmern, wo Kranke liegen, die Entwicklung des Chlorgases so schwach sein muß, daß es für das Athmen derselben nicht lästig wird. Zu demselben Zwecke kann man sich auch des Chlorkalks bedienen (siehe dort). —

Im Wasser gelöst, dient es als Bleichmittel (Schnellbleiche) für organische Stoffe vegetabilischen Ursprunges, als Leinenzeug, Papierbrei u. dgl.

Als Linderungsmittel gegen die Folgen von eingeathmetem Chlorgas dienet Zucker in Weingeist getaucht auf die Zunge zu nehmen. Auch Schwefelwasserstoffgas eingeathmet mildert den krampfhaften Zustand.

Verbindungen des Chlors.

Chlor und Sauerstoff.

96. Das Chlor hat mehre Oxydationsstufen, welche in der Natur weder isolirt, noch in anderer Verbindung angetroffen, sondern immer künstlich dargestellt werden, und dieses auf einem mittelbaren Wege, da die beiden Gase durchaus kein Bestreben zeigen, sich directe mit einander zu vereinigen. Alle Oxydationsstufen sind Säuren. Mit Gewißheit kennt man nur die Zusammensetzung von dreien derselben, nämlich Ueberchlorsäure $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}$, Chlorsäure $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}$, und unterchlorige Säure $\dot{\mathrm{Cl}}$. Die hier zur Vervollständigung der Reihe fehlende Oxydationsstufe ist durch $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}$ bezeichnet, welcher danach der Name chlorige Säure zuerkannt werden muß. Eine solche Verbindung soll nun wirklich nach den Versuchen des Grafen Stadion existiren. Davy und Gay-Lussac erhielten aber auf demselben Wege eine Verbindung, welche die größte Aehnlichkeit mit derselben hatte, aber nicht nach $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}$, sondern nach $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}$ zusammengesetzt war, wonach ihr der Name Unterchlorsäure zugetheilt werden müßte.

Ueberchlorsäure entsteht durch Einwirkung der Schwefelsäure auf chlorsaures Kali. Wird dieses Salz geschmolzen, und in Stücken in concentrirte Schwefelsäure eingetragen, was wegen der großen Erhitzung mit sehr viel Vorsicht geschehen muß, um eine Explosion zu vermeiden, so wird die Chlorsäure durch ungleiche Vertheilung der Sauerstoffatome in chlorige Säure, die als Gas entweicht, und Ueberchlorsäure verwandelt, die an einem Theile des Kali gebunden bleibt. Aus dem sodann durch Krystallisation von dem 2fach schwefelsauren Kali getrennten überchlorsauren Kali kann die Ueberchlorsäure durch weitere Behandlung mit Schwefelsäure ausgeschieden werden. Diese Säure kann wohl auch auf andere Art dargestellt werden; der vorerwähnte Proceß aber ist vorzüglich wegen des Auftretens des chlorigsauren Gases von Interesse (siehe dort).

Diese Ueberchlorsäure, nur in wasserhaltigem Zustande bekannt, scheint die festeste der vier Sauerstoffverbindungen des Chlors zu sein.

Die Chlorsäure wird aus dem chlorsauren Kali durch Kieselflußsäure geschieden. Auch diese Säure kann nur in Verbindung mit Wasser

erhalten werden. Ihre Zersetzbarkeit ist schon viel größer, als die der vorigen, so daß sie selbst durch Wärme nicht concentrirt werden kann, indem sie zur Ueberchlorsäure wird. Mit Basen gibt sie die eben wegen ihrer Zersetzbarkeit durch brennbare Körper sehr wichtigen chlorsauren Salze.

Chlorige Säure. Diese entsteht bei der Darstellung der Ueberchlorsäure nach der oben angegebenen Art. Sie erscheint als eine irrespirable, coercible Gasart von tief gelber Farbe und einem Geruche, der an den des Chlors erinnert, aber doch bestimmt davon verschieden ist. Vom Wasser wird es zu 7 Volumen absorbirt, und ertheilt demselben bleichende Wirkungen, die auch den Salzen derselben eigen sind. Dieses Gas wird durch Sonnenlicht allmälich zerlegt; durch Erwärmung aber auf 76 bis 80° erfolgt die Trennung der Bestandtheile unter Lichtentwicklung und Explosion. Leicht oxydirbare Körper, Schwefel, Phosphor u. s. w. entzünden sich darin. Das durch die oben angeführte Reaction der Schwefelsäure auf chlorsaures Kali ausgeschiedene chlorigsaure Gas ist es, welches durch die den Proceß begleitende Wärme zersetzt wird, und hiedurch zuweilen eine beabsichtigte Entzündung veranlaßt, wie es in den gewöhnlichen chemischen Feuerzeugen der Fall ist, so lange die von dem Asbest eingesaugte Schwefelsäure noch nicht durch Wasseranziehung verdünnt worden ist. Ein Gleiches erfolgt bei der nach diesem Principe versuchten Methode, Minen anzuzünden, so wie auch bei den Callerström'schen Brandeln.

Unterchlorige Säure erscheint ebenfalls als ein vom Wasser absorbirbares und mit bleichenden Eigenschaften begabtes coercibles Gas von blaßgelber Farbe, und einem dem Chlor ähnlichen Geruche. Dieses Gas wird schon durch sehr geringe Temperaturerhöhung mit heftiger Explosion in seine Bestandtheile zerlegt, so daß selbst das Ueberleeren desselben aus einer Glocke in die andere mit Gefahr verbunden ist.

Die früher als niedrigste Oxydationsstufe unter dem Namen Chloroxyd oder Euchlorine bekannte Verbindung, welche bei der Behandlung von chlorsaurem Kali mit Salzsäure sich als Gas entbindet, hat sich als ein Gemenge von chlorigsaurem und Chlorgas erwiesen.

Chlor und Wasserstoff.

97. Chlorwasserstoffsäure, Hydrochlorsäure, Salzsäure, $ClH = 45.5$, kommt in der Natur nicht vor, bildet sich, wie beim Chlor erwähnt wurde, durch directe Vereinigung der beiden Bestandtheile am Lichte, so wie in denjenigen Fällen, wo Chlor mit wasserstoffhältigen Körpern zusammentritt. Die Darstellung derselben geschieht durch die Zersetzung des Natriumchlorids (Kochsalzes) mittelst concentrirter Schwefelsäure, deren

chemisch gebundenes Wasser sowohl das Natrium für die Verbindung mit der Schwefelsäure zur Basis oxydirt, als auch den Wasserstoff zur Bildung der Salzsäure liefert. Der Proceß ist $NaCl + \ddot{S} + \dot{H} = \dot{N}a\ddot{S} + ClH$. Die dabei frei werdende Salzsäure wird entweder unter Anwendung eines Gasentbindungsapparates über Quecksilber aufgefangen, oder zur Absorption in Wasser geleitet. Im letzteren Falle dienet der Woulf'sche Apparat mit der Einrichtung, daß die Schwefelsäure durch den Welther'schen Trichter bei schon zusammengesetztem und verkittetem Apparate nach und nach auf das Kochsalz gegossen werden kann, und daß das Gas in der ersten Flasche von der mitgerissenen Schwefelsäure abgewaschen werde (Fig. 5 u. 6); in die zweite gut eingekühlte Flasche wird sodann eine dem Kochsalz gleiche Menge Wasser vorgeschlagen, was jedoch den Raum nicht über ⅔ ausfüllen darf, da das Wasser in Folge der Gasabsorption sein Volumen vergrößert. Die Verbindungsröhre braucht in diesem Falle nicht bis auf den Boden der Flasche zu reichen, sondern nur sehr wenig in das Wasser einzutauchen, indem das Gas ohnedieß mit großer Heftigkeit unter einem eigenen Geräusche absorbirt wird, die entstehende tropfbare Säure aber als specifisch schwerer in öhlartigen Striemen zu Boden sinket, und somit das Gas der Verdichtung nicht entgeht, bis die ganze Wassermasse gesättigt ist; im Gegentheile, wenn die Röhre tief eintaucht, ist des vorhandenen Druckes wegen der Apparat nur schwer luftdicht zu erhalten. Das Uebergießen mit Schwefelsäure darf nur allmälich geschehen, wie es das jedesmalige Aufschäumen erlaubt; daher man auch das Kochsalz durch Schmelzen in Stücke gebracht anwendet, um die zu heftige Einwirkung der Säure auf das gewöhnliche, in sehr verkleinertem Zustande vorkommende Salz zu vermeiden. Gelinde Hitze unter dem im Sandbade stehenden Kolben befördert, wenn alle Säure bereits zugegossen ist, und das Gas sich schon ganz langsam entbindet, die fernere Entwicklung desselben; sie muß aber gegen das Ende der Operation sehr verstärkt werden.

Bei der Darstellung der Salzsäure tritt in Hinsicht der Menge der anzuwendenden Schwefelsäure fast dasselbe ein, was bei Bereitung der Salpetersäure gesagt wurde. Wendet man auf 1 At. Kochsalz 1 At. Schwefelsäure (100:84), so erfolgt die Zersetzung des Kochsalzes bei der Temperatur, welche die Glasgefäße zu ertragen im Stande sind, nicht vollständig; man nimmt daher das 1½fache oder selbst das 2fache der Schwefelsäure, wodurch die Zersetzung leicht und vollständig erfolgt.

98. Das salzsaure Gas ist farblos, coercibel, von stechendem, saurem Geruche und sehr saurem Geschmacke. Es ist irrespirabel und von sehr

reitzender Wirkung zum Husten, auf der Haut bringt es eine stechende Empfindung hervor, ohne jedoch Geschwüre zu erregen. An der Luft raucht dieses Gas, indem es die Wasserdämpfe der Atmosphäre zu Nebel verdichtet. Durch den Druck von 40 Atmosphären bei 8° Temperatur wird das salzsaure Gas zu einer wasserhellen Flüssigkeit verdichtet. — Die Verwandtschaft dieses Gases zum Wasser ist sehr groß; 1 Volum des letzteren nimmt bei 16° das 464fache Volum des Gases auf, und stellet die tropfbare Salzsäure, Salzgeist dar, als eine wasserhelle Flüssigkeit (die durch organische Substanzen oder durch Eisenchlorid gelb gefärbt erscheint), mit dem Geruche und Geschmacke des Gases. Diese Absorption ist von großer Wärmeentwicklung begleitet, daher auch Eis und Schnee durch dieses Gas geschmolzen werden. Im concentrirten Zustande, wobei sie an der Luft aus obiger Ursache raucht, zeigt sie ein specifisches Gewicht von 1.210. — Der Siedpunkt einer gesättigten Lösung ist bei der nächst höhern Temperatur, als bei der sie gesättiget wurde. Mit dem abnehmenden Gehalte des salzsauren Gases steigt derselbe sodann immer höher, bis endlich bei 88° die noch vorhandene Säure, ohne den letzten Antheil des Gases abzugeben, unverändert überdestillirt. Das salzsaure Gas ist weder selbst brennbar, noch kann es das Verbrennen anderer Körper unterhalten. Atmosphärische Luft, so wie reines Sauerstoffgas ist auf dasselbe ohne Einfluß, auch durch Kohle wird es nicht zerlegt, eben so wenig durch bloße Wärme. Diejenigen Metalle jedoch, welche das Wasser zersetzen können, zersetzen auch die Salzsäure, so daß der Wasserstoff als Gas entweicht, indem die Metalle dessen Platz einnehmen und zu Metallchloriden werden. Dieses geschieht sowohl, wenn die Metalle mit der tropfbaren Säure behandelt werden, als auch, wenn dieselben in dieses Gas gebracht werden; im letztern Falle kann der Proceß auch von Feuererscheinung begleitet sein. — Kommt Salzsäure mit Metalloxyden zusammen, so bildet sich ein Metallchlorid und Wasser. Wird die Salzsäure im tropfbaren Zustande angewendet, so ist diese Reaction nur zu erkennen, wenn das entstehende Metallchlorid schwer oder ganz unlöslich ist. Ist aber das Chlorid im Wasser löslich, so erkennt man den genannten Proceß erst dann, wenn Wärme angewendet wird, wodurch das Wasser der Säure, so wie auch das neu gebildete entfernt wird. Ein aufgelöstes oder mit chemisch gebundenem Wasser krystallisirtes Metallchlorid haben demnach dieselbe Zusammensetzung, wie sie dem chlorwasserstoffsauren Metalloxyde zukommen würde. $MGl + HO = MO + GlH$. — Auf organische, besonders vegetabilische Substanzen endlich übt die Salzsäure im concentrirten Zustande eine sehr zerstörende Wirkung aus.

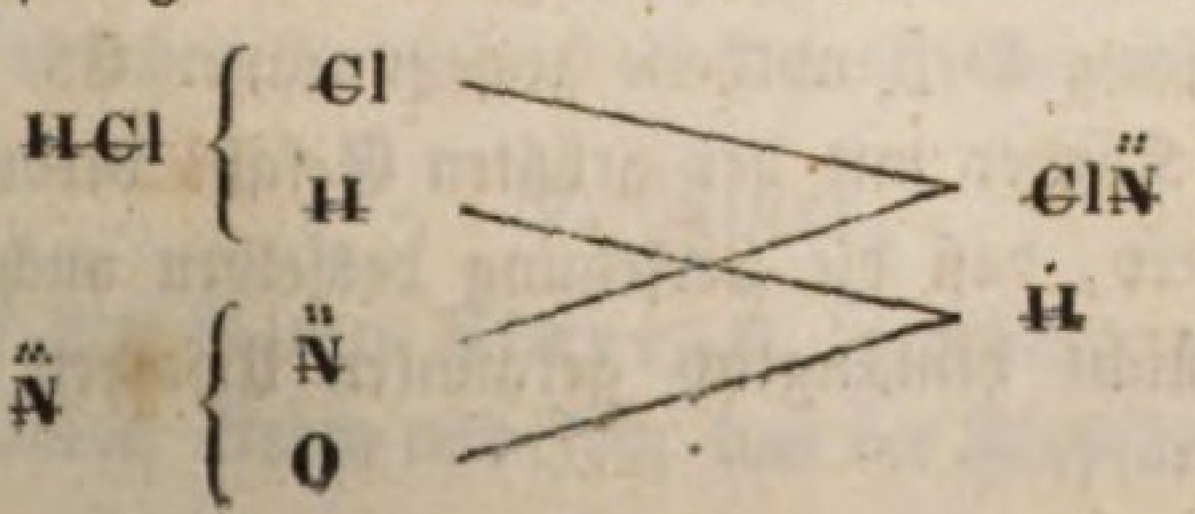
Reine tropfbare Salzsäure darf beim Verdampfen auf einem Uhrglase keinen Rückstand lassen, und weder durch eine Auflösung von Chlorbarium, noch durch eisenblausaures Kali einen Niederschlag geben, was auf eine Verunreinigung durch Schwefelsäure oder durch Eisen, von den eisernen Cilindern herrührend, in denen sie im Großen bereitet wird, deuten würde.

In nachstehender Tabelle ist für verschiedene Dichten einer Salzsäure der Procentengehalt derselben an wasserfreier Salzsäure oder trockenem salzsaurem Gase, so wie der an concentrirter Säure von 1.200 bei der Temperatur von 12° angegeben.

Dichte.	Procentengehalt an		Dichte.	Procentengehalt an	
	salzsaurem Gas.	Säure von 1.200 Dichte.		salzsaurem Gas.	Säure von 1.200 Dichte.
1.200	40.77	100	1.100	20.38	50
1.191	38.74	95	1.090	18.35	45
1.180	36.29	89	1.080	16.31	40
1.170	34.25	84	1.070	14.27	35
1.160	32.21	79	1.060	12.23	30
1.151	30.58	75	1.050	10.19	25
1.141	28.54	70	1.040	8.15	20
1.131	26.50	65	1.030	6.12	15
1.120	24.46	60	1.020	4.08	10
1.110	22.42	55	1.010	2.04	5

Die Salzsäure dient zur Auflösung vieler Metalle, Darstellung des Königswassers u. s. w.

99. **Salpetersalzsäure, Königswasser**, **aqua regia**, ein Gemische von Salpeter- und Salzsäure, so genannt von seiner Eigenschaft, das Gold, den König der Metalle der älteren Chemiker, aufzulösen. Beim Zusammenmischen dieser zwei Säuren, geschieht eine gegenseitige Zersetzung, so daß Wasser, salpetrige Salpetersäure und Chlor entsteht. Letztere beide, die sich in dem Wasser, das die Säuren mit sich führten, gegenseitig gebunden halten, ertheilen dem Gemische eine gelbe Farbe und den Geruch sowohl nach salpetriger Säure als nach Chlor. Der Proceß ist:



Die Zersetzung schreitet indessen nicht weiter, als bis die Flüssigkeit gesättiget ist, erst wenn Chlor durch Wärme verjagt wird, oder mit einem andern Körper in Verbindung getreten ist, schreitet die Zersetzung des übrigen Gemisches weiter fort, bis die eine der beiden Säuren ganz verwendet ist. Metalle werden auf diese Art in Metallchloride verwandelt. In früherer Zeit stellte man sich das Königswasser durch Auflösen von Salmiak oder Kochsalz mit Salpetersäure dar, was, da es kostspieliger ist, nur in gewissen Fällen Vortheil gewährt. Die Anwendung des Königswassers ist zur Auflösung von Gold, Platin und einiger Schwefelmetalle.

Noch ehe die Zusammensetzung der Salzsäure, und überhaupt die Einfachheit des Chlors, das 1774 zufällig entdeckt wurde, erkannt war, hielt man erstere für eine Sauerstoffsäure und belegte das unbekannte ihr zu Grunde liegende Radicale mit dem Namen Murium, das Chlor aber, das man als eine höhere Oxydationsstufe der Salzsäure ansah, mit dem Namen oxydirte Salzsäure, wodurch für die später entdeckten Oxydationsstufen des Chlors die Namen 2, 4, 6fach oxydirte Salzsäure gewählt werden mußten. Den Untersuchungen zu Folge, welche von Gay-Lussac und Thenard (1809) und später von Davy angestellt worden waren, wurde dieser unter dem Namen oxydirte Salzsäure gekannte Körper, als unzerlegbar in die Reihe der einfachen Stoffe unter dem Namen Chlor gestellt, die Salzsäure aber als eine Wasserstoffsäure betrachtet.

Chlor und Stickstoff.

100. Chlorstickstoff, Cl^3N. Diese Verbindung entsteht, wenn Chlorgas durch die Lösung eines Ammoniaksalzes, vorzüglich des Salmiaks, durchgeleitet wird, wobei es in gelben öhlartigen Tropfen zu Boden sinkt. Es ist daher, wenn Stickstoff aus einer ätzenden Ammoniaklösung mittelst Chlor dargestellt werden soll, die Vorsicht nothwendig, daß immer Ammoniak im Ueberschusse vorhanden sei, damit nicht, wenn aller Ammoniak in Salmiak verwandelt wäre, die Bildung dieses gefährlichen Körpers eintreten kann. Die denselben besonders auszeichnende Eigenschaft ist, daß er bei einer Temperatur von 76° schon für sich, durch Berühren mit sehr vielen Körpern des unorganischen und organischen Reiches aber bei gewöhnlicher Temperatur mit dem heftigsten Knalle unter Wärme und Lichtentwicklung in seine Bestandtheile zersetzt wird. Es ist daher jeder Versuch mit diesem Körper mit der größten Gefahr verbunden, die noch dadurch vermehrt wird, daß die Zersetzung desselben auch durch die unbedeutendsten, oft nicht hinlänglich gekannten Ursachen veranlaßt werden kann.

5. Brom.

101. **Brom**, Br, findet sich als Bromnatrium oder Brommagnesium im Meerwasser und in Salzsoolen dem Kochsalze beigemengt. Das auf einem umständlichen Wege aus der Mutterlauge verschiedener Salzsoolen dargestellte Brom ist bei der gewöhnlichen Temperatur eine sehr flüchtige Flüssigkeit von dunkelbraunrother Farbe, in dünnen Schichten hyacinthroth durchscheinend; es hat einen scharfen Geschmack, einen an den des Chlors erinnernden widrigen Geruch (der Name βρομος bezeichnet Gestank) und giftige Wirkung; im Wasser ist es etwas weniges löslich, im Alkohol mehr. Das Brom bildet eine Sauerstoff- und eine Wasserstoffsäure und geht mit den Metallen, mit einigen unter Feuererscheinung, in Verbindung zu Bromiden. Außer daß es in der Photographie (Daguerrotypie) versucht wurde, hat es noch keine Anwendung gefunden. — Brom wurde im Jahre 1825 von Balard entdeckt.

6. Jod.

102. **Jod**, **Jodine**, J, kommt in ähnlicher Zusammensetzung vor, wie Chlor und Brom, besonders als Jodnatrium in der Asche der Seepflanzen (des Badschwammes), dann in einigen Mineralwässern und Salzsoolen. — Das Jod erscheint bei der gewöhnlichen Temperatur starr, in Form krystallinischer Blättchen von dunkelgrauer Farbe mit Metallglanz (graphitähnlich). Geruch und Geschmack desselben ist dem des Chlors ähnlich, doch schwächer; es wirkt giftig. Das Jod verdampft schon bei der gewöhnlichen Temperatur; über der Siedhitze des Wassers schmilzt es und verwandelt sich in ein Gas von tief violeter Farbe (daher dessen Name von ιωδες, veilchenblau). — Das Wasser löset $\frac{1}{7000}$ seines Gewichtes an Jod auf, Alkohol viel mehr. Haut, Papier u. s. w. werden von demselben braun gefärbt; die Färbung verschwindet aber mit der Verflüchtigung des Jod. Ein besonders empfindliches Reagens für Jod ist Stärkmehl, das davon blau gefärbt wird. — Das Jod bildet analog mit Chlor und Brom, nur mit abnehmender Stärke der Affinität, Jodsäure, Ueberjodsäure, Jodwasserstoffsäure, Jodmetalle.

Außer in der Medicin wird es fast nur zur Bildung des für das Licht so empfindlichen Jodsilbers in der Photographie angewendet.

7. Fluor.

103. Mit dem Namen **Fluor**, F, bezeichnete man schon lange, nach Analogie mit Chlor, Brom und Jod, das der Flußsäure zu Grunde liegende

Radical, ohne daß es bis jetzt vollkommen sicher gelungen war, dasselbe isolirt darzustellen, da es bei Versuchen dieser Art wohl aus seiner Verbindung ausgeschieden wurde, jedoch in Folge seiner großen Verwandtschaft zu den meisten Stoffen sogleich mit der Substanz des dazu gebrauchten Gefäßes in Verbindung trat. Unter den verschiedenen Experimentatoren scheinen die Gebrüder Knox die entscheidendsten Anzeichen von der Isolirung dieses Elementes erhalten zu haben, welche sich bei ihren Versuchen eines Gefäßes von Flußspath, Fluorcalcium, bedient hatten; doch kann über die Eigenschaften wohl nicht mehr, als dessen gasförmiger Zustand angegeben werden. Nach Allem scheint das Fluor ein dem Chlor, Brom, Jod sehr analoges Verhalten zu haben, wonach auch sein Atomgewicht, so wie dessen Verbindungen, beurtheilt worden sind.

Eine Verbindung des Fluor mit dem Sauerstoffe ist nicht bekannt. Mit Wasserstoff bildet das Fluor eine sehr starke Säure, Fluorwasserstoffsäure, FH, Flußsäure, Flußspathsäure. — Diese Säure, welche in der Natur nicht gebildet vorkommt, wird auf künstlichem Wege durch vorsichtiges Erwärmen von fein geriebenem Flußspath, Fluorcalcium, mit 3 bis 3½ Thln. concentrirter Schwefelsäure in einer bleiernen Retorte entwickelt, und in einer Vorlage von demselben Metalle oder von Platin in flüssigem Zustande erhalten. (Der Proceß ist wie bei der Darstellung der Salzsäure.)

Die erhaltene Säure ist eine farblose Flüssigkeit, raucht an der Luft, kocht schon bei + 12°, riecht stechend; die Einwirkung derselben auf die Haut ist höchst gefährlich, indem sie selbst in den kleinsten Mengen sehr schmerzhafte Eiterblasen darauf hervorbringt, daher man sich auch besonders vor den Dämpfen derselben in Acht zu nehmen hat. Diese Säure verbindet sich unter großer Wärmeentwicklung mit dem Wasser, wird daher auch gewöhnlich wasserhaltig, nach Art der Salzsäure bereitet; sie ätzet Glas, indem Fluor mit dem Kiesel des Glases (kieselsaures Natron) zu einer gasförmigen Verbindung zusammentritt. — Mit den meisten Metallen vereiniget sich die Flußsäure unter Wasserstoffgasausscheidung zu Fluormetallen.

In der Natur kommt das Fluor vorzüglich an Calcium gebunden im Flußspathe vor, auch an Aluminium im Topas. Ferner erscheint es als Nebenbestandtheil in vielen Körpern des organischen Reiches, z. B. in Knochen, im Schmelze der Zähne u. s. w.

Die Flußsäure findet Anwendung zum Aetzen des Glases. Zu diesem Zwecke wird das Glas mit einem Aetzgrunde von 1 Thl. Wachs, 1 Thl.

Mastix und ¼ Thl. Asphalt überzogen; die von diesem Grunde durch Hineinzeichnen entblößten Stellen werden sodann sichtbar, wenn das Glas mit flüssiger Säure mittelst eines Pinsels überstrichen, oder den Dämpfen der Säure ausgesetzt wird.

8. Schwefel.

104. Der Schwefel, S, kommt in der Natur sehr häufig vor, und zwar in allen drei Reichen. Vorzüglich findet er sich im Mineralreiche in verschiedener Form und Verbindung, nämlich gediegen, in länglichen Octaedern krystallisirt, oder in unförmlichen braunen Nieren und derben Stücken, oder als Schwefelblumen in der Nähe der Vulkane, ferner in Verbindung mit Sauerstoff, Wasserstoff (siehe dort), und mit Metallen, vorzüglich mit Eisen als Schwefelkies, mit Kupfer im Kupferglanz u. s. w. Nebst dem findet sich der Schwefel als Bestandtheil mancher Pflanzen und auch thierischer Stoffe, namentlich der Eier.

105. Die Darstellung des Schwefels für den Handel geschieht entweder durch Reinigung des natürlich vorkommenden von den ihn begleitenden Erden, oder durch Ausscheidung desselben aus seinen Verbindungen mit Metallen, besonders aus dem Schwefelkiese.

Die Reinigung oder Läuterung des natürlich vorkommenden Schwefels von den beigemengten erdigen Substanzen wird gewöhnlich durch zwei Operationen bewerkstelliget, wovon die erste, welche nur am Fundorte, oder in dessen Nähe im Groben ausgeführt wird, nur zum Zwecke hat, den Transport zu erleichtern, die zweite aber am Orte des Verbrauches mit mehr Sorgfalt vorgenommen wird, so wie es dessen Anwendung fordert. — Zu diesem Zwecke unterwirft man denselben einer Destillation in irdenen bei 3 Schuh hohen Töpfen, deren 10 bis 12 in einem Galeerenofen so eingesetzt sind, wie es Fig. 10 u. 11 zeigt. Der in dieselben eingetragene Schwefel wird erhitzt, schmilzt und destillirt durch irdene Röhren, welche seitwärts der zum Eintragen des Schwefels und zum Herausnehmen des Rückstandes dienenden Mündung angebracht sind, in tiefer liegende Vorlagen, aus deren am Boden befindlichen Oeffnungen er in untergestelltes Wasser abtropft. Der so erhaltene Rohschwefel enthält noch 10 bis 12 Procent erdiger Stoffe, welche beim Aufblähen und Verdampfen mitgerissen wurden. — Die Reinigung des erhaltenen Rohschwefels geschah nach der ältern Methode durch Umschmelzen in einem gußeisernen Kessel, worauf, nachdem sich die erdigen Theile zu Boden gesetzt, und die specifisch leichtern

Unreinigkeiten als Schaum abgeschöpft waren, der geklärte Schwefel in angefeuchtete hölzerne Formen gegossen wurde (Stangenschwefel). — Die gegenwärtige Reinigung des Rohschwefels, welche in Frankreich bereits seit beinahe 40 Jahren sowohl zur Darstellung des Stangenschwefels, als der Schwefelblumen eingeführt ist, besteht im Folgenden: Der zur Aufnahme des Schwefels bestimmte Kessel, im Inhalt von 7 bis 8 Ct. (Fig. 12. a.), über welchem ein Gewölbe von Backsteinen aufgeführt ist, communicirt durch dieses mittelst eines ebenfalls gemauerten Kanales x, (gleichwie durch den Hals einer Retorte), mit einer Condensationskammer B, welche durch die Kesselfeuerung nicht erwärmt werden darf. Gewölbe und Kanal sind gegenwärtig durch einen eisernen Helm mit Rohr ersetzt, wodurch das Ganze einer in ihrer Mitte durchschnittenen Retorte gleicht. Nahe am Boden der Kammer befinden sich zwei Oeffnungen zum Abziehen des Schwefels, und auf dem darüber aufgesetzten Dache sind Ventile, und darüber Abzüge angebracht, wodurch einem Uebermaße von Gas der Ausgang gestattet ist, ohne atmosphärische Luft eindringen zu lassen. Gewöhnlich sind für eine Kammer zwei derlei Kessel, von denen einer nach dem andern abwechselnd geheitzt wird. — Der durch eine Oeffnung des Helmes p eingetragene Schwefel wird allmälich erhitzt, nimmt die Gasform an, und setzt sich an den kalten Wänden der Kammer anfangs als Schwefelblumen ab. Da aber durch die abgegebene Wärme des Schwefeldampfes die Wände selbst nach und nach heiß werden, so kommt ein Punkt, wo die Dämpfe, statt sich zu Blumen zu verdichten, in den flüssigen Zustand übergehen, und auch die schon vorhandenen Blumen, indem sie mit demselben ihre Wärme theilen, in diesen Zustand überführen. Es kann daher durch Fortsetzung oder durch Unterbrechung der Operation der Schwefel im geschmolzenen Zustande oder als Schwefelblumen erhalten werden; im letzteren Falle ist es vortheilhaft, die Kammer groß zu machen, im ersten Falle aber, sie auf einen kleinen Raum einzuschränken. Die Schwefelblumen werden durch eigene Thüren aus der Kammer herausgenommen, flüssiger Schwefel hingegen durch Oeffnungen am Boden abgelassen. Wenn nach einer Unterbrechung zum erstenmal angeheitzt wird, so ist die Operation wegen möglicher Explosion gefährlich; die im Apparate vorhandene atmosphärische Luft kann nämlich eine Entzündung der Schwefeldämpfe bewirken, woraus die Nothwendigkeit der schon oben erwähnten Ventile und Abzüge folgt.

106. Die Darstellung des Schwefels aus seinen Verbindungen mit Metallen, namentlich aus dem Schwefelkiese, doppelt Schwefeleisen, FeS^2, beruht auf der Eigenschaft höherer Schweflungsstufen, durch Erhi-

tzung einen Antheil Schwefel fahren zu lassen, wodurch eine niedrigere Verbindungsstufe des Metalls mit dem Schwefel zurückbleibt. — In der Gegend, wo der Schwefel auf diese Art gewonnen wird, nimmt man das erste Ausschmelzen, was den Rohschwefel liefert, in nach vorne sich verengenden thönernen oder eisernen Röhren vor, deren 2 bis 3, und selbst 4 Reihen horizontal in einem Ofen abwechselnd über einander liegen, und in welchen gröblich gepulverter Kies eingetragen wird (Fig. 13 u. 14); der ebenfalls unter Wasser in der Vorlage erhaltene Roh- oder Treibschwefel wird sodann einer Destillation in gußeisernen Läuterkrügen, deren 10 bis 12 in einem Ofen eingesetzt sind, unterworfen, könnte aber auch nach der vorbeschriebenen Methode gereinigt werden. Die beim Ausschmelzen des Rohschwefels, unter dem Namen Schwefelbrände bleibenden Rückstände, niederes Schwefeleisen ($4FeS + FeS^2$) werden weiter auf Eisenvitriol benützt; die bei der Läuterung zurückbleibende Schlacke gibt durch Umschmelzen noch den grauen Roßschwefel.

107. Der Schwefel ist bei gewöhnlicher Temperatur ein starrer Körper, spröde, leicht zerreiblich, von gelber Farbe, ohne Geschmack, mit schwachem Geruch beim Reiben und Erwärmen. Die Dichte desselben beträgt 1.98 (die des unreinen geht bis 2.35). Der Schwefel knistert und zerspringt selbst durch schnelles Erwärmen mittelst der Hand. Er schmilzt bei 88°, und ist hiebei dünnflüssig und durchsichtig; diesen Zustand behält er bis 112°. Bei höherer Temperatur, 128°, wird er immer dunkler von Farbe und dickflüssiger, so daß er bei noch weiter gesteigerter Hitze aus dem umgestürzten Gefäße nicht ausfließet. Noch höhere Temperatur macht ihn wieder etwas dünnflüssiger und bei 253° endlich kocht er, wobei er sich in orangefarbenes Gas verwandelt, das sich an kalten Körpern als gelber Staub, Schwefelblumen, verdichtet. Der Schwefel beginnt aber auch schon bei niedrigerer Temperatur, und selbst wenn er nicht vollkommen geschmolzen ist, zu verdampfen. Beim gleichzeitigen Zutritte der atmosphärischen Luft entzündet sich der Schwefel schon unter seinem Siedpunkte, und verbrennt mit blaßblauer Flamme zu schwefliger Säure. Der bis zu seinem Siedpunkte erhitzte Schwefel kehrt bei langsamem Abkühlen durch alle Grade der Dickflüssigkeit zurück, so daß er kurz vor dem Erstarren jene Dünnflüssigkeit besitzt, welche er nach dem Schmelzen hatte. Wird derselbe hingegen schnell abgekühlt, durch Ausgießen in eine hinlänglich große Menge kalten Wassers, so bildet er eine zähe teigartige Masse von brauner Farbe, welche erst nach einiger Zeit hart wird und zu Abdrücken von Münzen u. dgl. verwendet werden kann. — Der Schwefel ist ferner unveränderlich an der

Luft, unlöslich im Wasser, sehr wenig löslich im Alkohol und Aether, mehr in fetten und ätherischen Oehlen, besonders in Aetzkalilauge und Schwefelalkohol. Aus einer heißen Auflösung des letzteren kann er in derselben Form krystallisirt erhalten werden, wie er in der Natur vorkommt, während er durch Schmelzen in einem Tiegel und Ausgießen der innern Masse nach starr gewordener Oberfläche in Nadeln erscheint (Prismen mit rhombischer Basis).

Schwefelmilch ist sehr fein vertheilter Schwefel, wie er aus seiner Auflösung mittelst Kalilauge durch verdünnte Schwefelsäure präcipitirt wird.

Der Schwefel verbindet sich mit dem Sauerstoffe in vier verschiedenen Verhältnissen zu Säuren, wovon nur eine, die schweflige Säure, das Resultat der directen Vereinigung, nämlich der Verbrennung des Schwefels ist, die übrigen aber auf einem mittelbaren Wege dargestellt werden. Auch mit dem Wasserstoffe verbindet sich derselbe, wenn ersterer im Entstehungszustande sich befindet. Von den Verbindungen mit den übrigen nichtmetallischen Körpern ist noch die mit Chlor und Kohlenstoff von Interesse. Gegen die Metalle hat der Schwefel sehr große Verwandtschaft, so daß er sich mit vielen unter Feuererscheinung verbindet. Die Benennung der verschiedenen Schweflungsstufen wurde bereits in der Einleitung gegeben. (19.)

Verunreinigungen des Schwefels. Schwefelblumen enthalten einen kleinen Antheil Schwefelsäure, welche aus der, bei der Sublimation sich erzeugenden schwefligen Säure in Berührung mit feuchter Luft entstanden ist. Um dieselbe zu entfernen, werden sie mit Wasser abgewaschen; das Sauerwerden soll jedoch nach einiger Zeit wieder statt finden. — Einen Gehalt an Arsen entdeckt man, wenn man den gepulverten Schwefel mit Salzsäure digerirt, die Flüssigkeit zur Trockne abdünstet, und den Rückstand im schwachen Weingeist auflöset. Ein blankes in diese Lösung getauchtes Zinkstäbchen überzieht sich darin, im Falle Arsen vorhanden ist, mit dünnen dunkelfärbigen Metallschuppen, Arsen, die auf glühende Kohlen gestreut, Knoblauchgeruch verbreiten. — Wenn man arsenhältigen Schwefel mit vier Theilen reinem Salpeter verpufft, und den salzigen Rückstand unter Zusatz von etwas Schwefelsäure auflöset, so zeigt Schwefelwasserstoff durch einen gelben Niederschlag ebenfalls das Dasein des Arsens. — Auch durch bloßes Digeriren des zu prüfenden Schwefels mit verdünnter Aetzammoniakflüssigkeit löset sich vorhandener Schwefelarsen (in welcher Verbindung eigentlich die Verunreinigung besteht) auf, und kann durch Verdampfen der abfiltrirten Flüssigkeit, oder durch eine Säure abgeschieden und untersucht werden. Reiner Schwefel gibt nämlich nichts Auflösliches an den Ammoniak ab. — Fixe Verunreinigungen durch erdige Substanzen entdeckt man durch Destillation desselben aus einer kleinen Retorte, in der sie zurückbleiben. Auch Selen, als Begleiter der Schwefelkiese, kann enthalten sein (siehe Selen).

108. Der Schwefel findet Anwendung zur Fabrication des Schießpulvers und aller anderen Feuerwerkssätze, wozu jedoch die Schwefelblumen der obigen Verunreinigung wegen nicht tauglich sind; dann zur Bereitung mehrer Schwefelmetalle, z. B. des Schwefelkupfers, des Zinnobers; ferner zu Schwefelfäden, Schwefelhölzchen u. dgl., wozu der Schwefel durch seine leichte Entzündlichkeit, durch die Eigenschaft, mit Flamme zu verbrennen und so die Mittheilung des Feuers auf leichte Art zu bewirken, durch seine Unveränderlichkeit an der Luft, so wie auch durch seine Wohlfeilheit sich besonders empfiehlt, endlich zu Kitten (Eisenkitten). Die Benützung desselben zur Darstellung der schwefligen Säure, und der englischen Schwefelsäure folgt bei diesen Verbindungen.

Verbindungen des Schwefels.

Schwefel und Sauerstoff.

109. Die vier Oxydationsstufen des Schwefels sind: unterschweflige Säure, SO, schweflige Säure, SO^2, Unterschwefelsäure, S^2O^5, und Schwefelsäure, SO^3, wovon nur die zweite und vierte Anwendung finden.

Schweflige Säure, schwefligsaures Gas, $\ddot{S}$, erzeugt sich beim Verbrennen des Schwefels an der atmosphärischen Luft, ferner durch theilweise Desoxydation der Schwefelsäure. Hiezu behandelt man Kupfer oder Quecksilber mit concentrirter Schwefelsäure in der Siedhitze. Die Hälfte der Schwefelsäure gibt 1 Atom Sauerstoff an das Metall ab, und entweicht als schwefligsaures Gas; das dadurch entstandene Metalloxyd geht mit der unzersetzten Säure in Verbindung zu einem schwefelsauren Salze, $2\dddot{S}+Cu=\dot{C}u\dddot{S}+\ddot{S}$. Das schwefligsaure Gas wird entweder als Gas aufgefangen, oder in Wasser zur Absorption geleitet, wonach sich der dazu gebrauchte Apparat richtet.

Diese theilweise Desoxydation geschieht auch durch Kochen der Schwefelsäure mit Schwefel, wobei gleichzeitig eine Oxydation des Schwefels erfolgt. $\dddot{S}+S=2\ddot{S}$; noch ökonomischer durch Kochen der Schwefelsäure mit Kohle, Sägspänen u. dgl., wobei sich zugleich kohlensaures Gas entbindet.

Das schwefligsaure Gas ist ein farbloses, coercibles Gas, von eigenthümlich stechendem und erstickendem Geruche und höchst widrigem Geschmacke; dessen Dichte ist 2.25. Die durch Kälte von — 16° selbst ohne Anwendung irgend eines andern Druckes liquefacirte schweflige Säure ist eine farblose Flüssigkeit, welche schon bei 8° kocht. Die tropfbare schweflige Säure, d. i. Wasser, welches schwefligsaures Gas absorbirt hat, was bis zum 44fachen seines Volums gehen kann, ist eine wasserklare Flüssigkeit

mit dem Geruch und Geschmack des Gases. — Das schwefligsaure Gas nimmt, wenn es feucht ist, aus der Luft Sauerstoff auf, und wird zur Schwefelsäure, daher muß auch die tropfbare Säure in wohl verstopften Flaschen aufbewahrt werden. In Folge dieser Verwandtschaft raubt die schweflige Säure auch andern oxydirten Körpern den Sauerstoff, und wird zu Schwefelsäure; z. B. braunes Bleisuperoxyd und schweflige Säure geben schwefelsaures Bleioxyd, salpetrige und schweflige Säure geben bei hinlänglicher Menge von Wasser, Schwefelsäure und Stickoxydgas; bei sehr wenig Wasser erfolgt diese Zersetzung nicht, sondern es bildet sich eine krystallinische Verbindung derselben, welche sich wie die blumigen Eiskrystalle im Winter an den Fensterscheiben zeigt. — Die schweflige Säure bleicht viele gefärbte Substanzen des Thier- und Pflanzenreiches, z. B. Stroh, Seide. Die Farben werden hiebei meistens nicht zerstört, denn sie können in der Regel durch eine stärkere Säure oder durch ein Alkali wieder hergestellt werden. Die schweflige Säure ist eine sehr schwache Säure, und wird von allen übrigen Säuren mit Ausnahme der Kohlensäure und Blausäure ausgetrieben.

Die wichtigste Anwendung der schwefligen Säure ist zur Fabrication der englischen Schwefelsäure; nebst dem wird sie zu Räucherungen der mit Hautkrankheiten behafteten Personen, und zum Bleichen verschiedener organischer Stoffe verwendet, wozu sie auf die erwähnte ökonomische Weise bereitet wird, zuweilen auch nur durch bloßes Verbrennen des Schwefels.

110. Schwefelsäure. Diese Säure kann in drei verschiedenen Formen erscheinen, nämlich im wasserfreien Zustande, $\dddot{S}$, dann als Hydrat mit 1 Atom Wasser, $\dddot{S}+\dot{H}$, englische Schwefelsäure, und als eine Verbindung dieser mit einem gewissen Antheile der erstern $(\dddot{S}+\dot{H})+x\dddot{S}$, rauchende Schwefelsäure. Letztere beide Formen sind es, in denen diese Säure im Handel vorkommt.

a. Die Darstellung der rauchenden Säure geschieht aus dem Eisenvitriole, schwefelsaures Eisenoxydul mit Wasser, $\dot{F}e\dddot{S}+6\dot{H}$. Zu diesem Zwecke wird derselbe unter Zutritt der atmosphärischen Luft geröstet, wodurch der größte Theil des Krystallwassers ausgetrieben und zugleich das Oxydul in Oxyd verwandelt wird. Dieser calcinirte Eisenvitriol wird sodann in steingutenen Retorten, von der Form, wie sie Fig. 15 zeigt, und deren 120 in drei Reihen zu beiden Seiten eines Galeerenofens in ähnliche Vorlagen ausmünden, allmälich steigend bis zum Glühen erhitzt, wodurch Anfangs Schwefelsäure mit dem noch zurückgebliebenen Wasser in die Vorlage übergeht, und endlich auch die übrige Schwefelsäure in wasserfreiem

Zustande ausgetrieben, und von ersterer condensirt wird. In der Retorte bleibt Eisenoxyd, Colcothar, zurück. Die auf dem genannten Wege erhaltene Säure ist unter dem Namen der rauchenden, braunen, sächsischen, Nordhauser Schwefelsäure oder des Vitriolöhls schon längst bekannt.

b. Die englische Schwefelsäure wird durch Verbrennen von Schwefel und gleichzeitige höhere Oxydirung der entstandenen schwefligen Säure durch salpetrige Säure beim Dasein von Wasser erzeugt (siehe schweflige Säure). Das entstandene Salpetergas, in welches die salpetrige Säure bei diesem Processe reducirt wird, verwandelt sich auf Kosten des Sauerstoffs der im Raume vorhandenen atmosphärischen Luft wieder in salpetrige Säure, wodurch der Proceß mit dem durch Verbrennen des Schwefels sich entwickelnden schwefligsauren Gase so lange fortdauert, als die vorhandene Luft noch Sauerstoff enthält.

Im Großen geschieht diese Operation in länglichen Kammern, Fig. 16, A, aus Bleiplatten. Der Boden derselben, weiter als die Seitenwände, und nicht fest mit denselben verbunden, ist nach aufwärts gestülpt, und einige Zoll hoch mit verdünnter Schwefelsäure bedeckt; in denselben ist dann die Kammer mit ihren übrigen Wänden, welche durch ein hölzernes Gerüste gehalten sind, gleich einer Glocke in der pneumatischen Wanne eingetaucht. An dem einen Ende des obern Theils befindet sich ein Abzugkanal p, welcher mittelst einer Klappe mit dem Innern der Kammer in Verbindung gesetzt werden kann; auch sind sowohl am obern Theile, als auch unten Ventile angebracht, jene, um den Gasen bei zu großer Anhäufung einen Ausgang zu gestatten, diese um bei plötzlicher Condensirung derselben, in Folge des Processes, die nachtheilige Einwirkung des äußern Luftdruckes auf die Wände der Kammer zu verhüten. In die Kammer mündet auch ein Rohr x, das mit einem Dampfkessel e in Verbindung steht, um Wasserdampf von hoher Spannung in dieselbe treten zu lassen, wodurch die schnelle Verbreitung und Vermischung der Gase und des Wasserdampfes, so wie deren Reaction beschleuniget wird. Unterhalb der Kammer befindet sich ein Ofen B, in welchem durch Verbrennung des Schwefels die schweflige Säure erzeugt und von wo aus sie in die Kammer geleitet wird. Die Erzeugung der salpetrigen Säure wird auf verschiedene Art bewerkstelliget. Man läßt entweder den Schwefel mit Zusatz von etwas Salpeter verbrennen, wodurch schwefelsaures Kali im Rückstande bleibt, und zugleich Salpetergas sich entwickelt, das zu salpetriger Säure wird, oder man bringt über die Flamme des brennenden Schwefels ein Gefäß mit Salpeter und Schwefelsäure und läßt dabei Salpetersäure sich entwickeln; indem dieselbe zuerst durch einen Theil der schwefligen Säure zu salpetriger Säure reducirt wird, so wirkt sie dann auf dieselbe Weise. Auch andere Methoden, als Zersetzung der Salpetersäure durch Melasse, wobei Kleesäure als Nebenproduct erscheint u. dgl., werden angegeben. Wenn die atmosphärische Luft in der

Kammer durch die Fortdauer des Processes ihres Sauerstoffes endlich gänzlich beraubt ist, so muß die Kammer gelüftet, d. h. mit neuer atmosphärischer Luft gefüllt werden, worauf der Proceß aufs neue beginnt.

An manchen Orten hat man statt einer, mehre Kammern, von denen jede folgende etwas höher gestellt ist, und man läßt das schwefligsaure und salpetrigsaure Gas, so wie atmosphärische Luft auf einmal und in einem gleichmäßigen, gehörig regulirten Strome durchstreichen. In die letzte Kammer läßt man fortwährend Wasserdämpfe einströmen, um die völlige Condensation der letzten Antheile der Gase zu bewirken, so daß aus derselben sodann nur Stick- und Salpetergas entweichen. (Methode der ununterbrochenen Verbrennung.)

Die nach dem angeführten Processe auf dem Boden der Bleikammer sich ansammelnde Schwefelsäure läßt man bis auf die Dichte von 1.380 verstärken, worauf sie abgelassen, und in bleiernen Pfannen bis 1.650 eingedampft wird. Die weitere Concentrirung wird sodann, weil das Blei angegriffen würde, in gläsernen, oder gegenwärtig in platinenen Retorten bewirkt, bis sie die Dichte von 1.850 erreicht, wo sie noch 1 Atom Wasser enthält, und mit diesem überdestilliret. Sie führt den Namen *weiße* oder *englische* Schwefelsäure.

c. Unterwirft man die nach a. erhaltene rauchende Schwefelsäure einer gelinden Temperaturerhöhung, so gehet der minder fest gehaltene Antheil von wasserfreier Säure in die kalt und trocken gehaltene Vorlage über, während in der Retorte am Ende bloß Schwefelsäurehydrat, d. i. weiße oder englische Schwefelsäure zurückbleibt. Dieser übergegangene Antheil ist die der Bezeichnung $\dddot{S}$ entsprechende *wasserfreie* Schwefelsäure.

2 Vol. schwefligsaures Gas mit 1 Vol. Sauerstoffgas oder 5 Vol. atmosphärischer Luft, durch eine mit Platinschwamm gefüllte glühende Röhre getrieben, verbinden sich zu Schwefelsäure, welche in der Vorlage condensirt erhalten wird.

111. *Eigenschaften.* Die nach c. in der Vorlage erhaltene *wasserfreie Schwefelsäure* ist bei der gewöhnlichen Temperatur eine starre asbestähnliche Masse, welche sehr zähe ist, und sich zwischen den trockenen Fingern wie Wachs kneten läßt, bei 16° schmilzt, und auch gleich in Gasform übergeht.

Sie wirkt nicht auf Metalle, verbindet sich aber mit Oxyden, z. B. Kalk, Baryt unter Feuererscheinung; auch auf trockenes Lackmuspapier reagirt dieselbe nicht, wohl aber auf feuchtes. Ihre Verwandtschaft zum Wasser ist sehr groß, daher sie, aus einem offenen Gefäße sich verflüchtigend, durch Condensation der atmosphärischen Wasserdämpfe, als ein dicker weißer Rauch sichtbar wird. In kleiner Quantität auf Wasser geworfen, bringt sie ein Zischen hervor, ähnlich dem von glühendem Eisen. Wird

dieselbe mit der, einem Atome entsprechenden Wassermenge vermischt, so erfolgt die Verbindung mit solcher Energie, daß sie von Explosion und Feuererscheinung begleitet ist. Das Product hievon ist englische Schwefelsäure, $\dddot{S} + \dot{H}$, mithin dieselbe, welche nach b. bereitet und nach c. in der Retorte zurückbleibt.

Die englische Schwefelsäure ist eine wasserhelle, geruchlose Flüssigkeit von öhlartiger Consistenz und Dichte von 1.850; verdünnt schmeckt sie sehr sauer. Der Gefrierpunkt derselben liegt bei — 27°, der Siedpunkt bei 260°. — Diese Säure raucht nicht an der Luft, da sie bei der gewöhnlichen Temperatur nicht verdampft, sie zieht jedoch mächtig das Wasser aus der Luft an, nach hinlänglich langer Zeit selbst das 4 bis 5fache ihres Gewichtes, weshalb sie in wohl verstopften, mit Schwefel verpichten Flaschen aufbewahrt werden muß; dieser Eigenschaft wegen ist sie ein vorzügliches Trocknungsmittel der Luft und anderer Körper im abgesperrten oder luftleeren Raume, besonders wenn für die zu trocknenden Körper irgend eine Veränderung durch Hitze zu besorgen wäre. — Die Verwandtschaft dieser Säure zum Wasser ist so groß, daß beim Vermischen derselben mit Wasser oder Eis, das sie schmilzt, sehr viel Wärme entwickelt wird; man muß daher auch die Vorsicht gebrauchen, das Wasser nicht in die Säure, sondern umgekehrt diese, als specifisch schwerer, in einem dünnen Strahle in die Mitte des in wirbelnder Bewegung erhaltenen Wassers in kleinen Quantitäten zu gießen. Bei dieser Vermischung der Säure mit Wasser findet eine Verminderung des Volumens statt, daher auch die Abnahme der Dichte in einem geringeren Verhältnisse statt findet, als es die Rechnung gibt; so verlieren gleiche Theile Säure und Wasser gemischt und zu ihrer frühern Temperatur abgekühlt, 3 Procent des vorher eingenommenen Volumens. Je mehr Wasser übrigens die Säure bereits aufgenommen hat, desto geringer ist bei neuem Zusatz desselben die Wärmeentwicklung, desto geringer ihre ätzende, verkohlende Wirkung, und desto tiefer liegt ihr Siedpunkt. Die Dichte derselben prüft man mittelst des Areometers und erfährt ihren Concentrationsgrad aus der angehängten Tafel.

Die englische Schwefelsäure ist aber nicht das einzige Hydrat der Schwefelsäure; auch die Verbindung mit 2 At. Wasser zeigt die besondere Eigenschaft, bei + 4° zu krystallisiren, so wie bei einem Gehalte von 3 At. Wasser, wo Säure und Wasser gleichviel Sauerstoff enthalten, die größte Zusammenziehung statt findet, wonach sodann weiter zugesetztes Wasser nur verdünnend und nicht Wärme erregend wirket, zugegebenes Eis aber Kälte hervorbringet. — 4 Thle. concentrirte Säure und 1 Thl. Eis erhitzen sich

bis 80°; wird diese Mischung bis 0° erkaltet und mit 3 Thl. Eis versetzt, so entsteht Kälte von — 20°.

Die Verwandtschaft der Säure zum Wasser ist so groß, daß sie dasselbe organischen Körpern nicht nur entzieht, sondern selbst die darin befindlichen Bestandtheile zu Wasser zusammenzutreten disponirt, wovon sodann Bloßlegung des Kohlenstoffes die Folge ist (Verkohlung organischer Substanzen durch Schwefelsäure). Die Säure wird hiebei durch fein vertheilte Kohle braun oder schwarz gefärbt, durch Kochen aber wieder klar, indem die Kohle auf Kosten der Schwefelsäure oxydirt wird.

Da dieses Hydrat einen Antheil wasserfreier Säure aufzunehmen im Stande ist, wodurch sie in rauchende Säure übergeht, so wird sie auch bei der Bereitung der letztern mit Vortheil in der Vorlage vertheilt.

Die rauchende Schwefelsäure, diese aus wasserhaltiger und wasserfreier zusammengesetzte Säure ist von dunkler Farbe, steigt in ihrer Dichte bis 1.900. Der weiße Rauch, den sie an der Luft ausstößt, ist wasserfreie Säure, die durch Condensation der Wasserdämpfe in der Luft sichtbar wird. (Eine stark rauchende Säure kann beim Erhitzen nahe $^1/_4$ ihres Gewichtes an wasserfreier Säure geben.) Ihre Eigenschaften leiten sich demnach von den der wasserhaltigen und wasserfreien her. Bei einer Temperatur unter 0° gibt sie Krystalle, welche nach $2\ddot{S} + \dot{H}$ zusammengesetzt und daher als erstes Hydrat der Schwefelsäure mit dem geringsten Wassergehalte anzusehen sind.

Im Allgemeinen wird die Schwefelsäure in der Glühhitze für sich allein, dann durch Kohle, Schwefel und Metalle unter Anwendung von Wärme zersetzt, in schweflige Säure, die entweicht, und Sauerstoff, durch welchen der vorhandene oxydable Stoff oxydirt wird. Bei wasserzersetzenden Metallen ist ihre Wirkung nur disponirend, indem daselbst das Metall auf Kosten des zersetzten Wassers oxydirt wird; die Säure wird daher in diesem Falle nur verdünnt, und bei der gewöhnlichen Temperatur, in jenem aber concentrirt und kochend angewendet. In beiden Fällen entstehen schwefelsaure Metalloxyde. In Bezug ihrer Verwandtschaft zu den Basen gehört sie zu den stärksten Säuren, daher sie auch fast alle andere Säuren aus ihren Verbindungen abscheidet. Ausnahmen machen einige feuerbeständige Säuren, als Borsäure in der Glühhitze, und auf nassem Wege Kleesäure in Bezug auf Kalk, und Weinsteinsäure in Bezug auf Kali.

Sowohl die rauchende als englische Schwefelsäure sind, so wie sie im Handel vorkommen, nicht rein, sondern mit Eisenoxyd, Bleioxyd, Erden u. s. w. verunreiniget, nebst dem auch mit Selen, Arsensäure, die englische überdieß mit

Salpetersäure und Salzsäure. Zu chemischen Operationen reinigt man sie in kleinen Portionen durch Destilliren in gläsernen Retorten. Um das stoßweise Aufkochen der Säure zu vermeiden, wodurch auch die Retorte leicht zerbrochen oder der Hals abgesprengt werden kann, wählt man weite Retorten und gibt etwas zerstoßenes Glas in dieselben, da die Entwicklung der Dämpfe an spitzigen Körpern erleichtert wird, auch legt man sie so in die Sandcapelle, daß an der Seitenwand sich nur wenig, aber am Boden viel Sand befinde, um zu vermeiden, daß das Kochen vom Boden ausgehe. Das zuerst Uebergehende, als mit Salpetersäure verunreinigt, wird besonders aufgefangen und dann nur $^3/_4$ des Ganzen überdestillirt.

Ihre große Verwandtschaft zu den Basen eignet sie zur Abscheidung vieler Säuren aus ihren Verbindungen, als der Salpetersäure, Salzsäure, Essigsäure u. s. w., ferner zur Erzeugung des Wasserstoffgases im Großen, Behufs der Füllung der Luftbälle, zur Darstellung des Schwefeläthers. Ferner dienet sie zur Auflösung vieler Metalle, als Beitzmittel für dieselben und zu vielen andern speciellen Anwendungen im Gebiete der Technik.

Die folgende Tafel enthält für eine bestimmte Dichte den Gehalt an wasserfreier Säure und den einer Säure von 1.850.

Dichte.	Gehalt an		Dichte.	Gehalt an	
	wasserfreier Säure.	Säure von 1.850.		wasserfreier Säure.	Säure von 1.850.
1.848	81.54	100	1.539	53.00	65
1.846	79.90	98	1.486	48.92	60
1.841	78.28	96	1.436	44.85	55
1.834	76.65	94	1.388	40.77	50
1.823	75.02	92	1.344	36.69	45
1.811	73.39	90	1.300	32.61	40
1.787	70.94	87	1.257	28.54	35
1.767	69.31	85	1.218	24.46	30
1.746	67.68	83	1.179	20.38	25
1.712	65.23	80	1.141	16.31	20
1.675	62.78	77	1.102	12.23	15
1.632	59.55	73	1.068	8.15	10
1.597	57.08	70	1.034	4.08	5

Schwefel und Wasserstoff.

112. Der Schwefel verbindet sich mit dem Wasserstoffe in zwei Verhältnissen.

a. Schwefelwasserstoff, schwefelwasserstoffsaures Gas, Hydrothiongas, hepatisches Gas, SH^2. Der Schwefel verbindet sich nicht unmittelbar mit dem Wasserstoffe, so daß man Schwefel in diesem Gase selbst schmelzen und sublimiren kann, ohne eine Verbindung zu erhalten; nur wenn beide im Entwicklungsmomente sich berühren, treten sie in Verbindung. Dieses ist der Fall bei Behandlung eines Schwefelmetalls mit einer wasserhaltigen Säure. Man nimmt hiezu Schwefeleisen und verdünnte Schwefelsäure. Der Proceß ist wie bei der Darstellung der Salzsäure. Die Schwefelwasserstoffsäure kann entweder über einer heißen Kochsalzlauge als Gas aufgefangen oder in luftleer gekochtes Wasser zur Absorption geleitet werden.

Das Schwefelwasserstoffgas ist ein farbloses (durch den Druck von 17 Atmosphären bei 8° zu einer wasserhellen, äußerst beweglichen Flüssigkeit) compressibles Gas von der Dichte 1.19. Es hat einen eigenen, dem der faulenden Eier gleichen Geruch, einen schwachsauren, herben Geschmack. Es ist für die Respiration nachtheilig. Versuchen zu Folge stirbt ein Hund in einer Luft, die nur $\frac{1}{800}$ dieses Gases enthält, ein Vogel schon bei $\frac{1}{1500}$; der Mensch scheint weniger dafür empfindlich zu sein, wie es die mit diesem Gase oft sehr erfüllten, chemischen Laboratorien beweisen. Die tropfbare Schwefelwasserstoffsäure, worin das Wasser 2.5 Volumen des Gases absorbirt enthalten kann, hat den Geschmack und Geruch des Gases und reagirt auf die blaue Farbe des Lackmus. — Das Schwefelwasserstoffgas ist ein brennbares Gas; es verbrennt mit blaßblauer Flamme, indem sich schweflige Säure und Wasser bildet. An der atmosphärischen Luft angezündet, bleibt gewöhnlich etwas Schwefel unverbrannt zurück; mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft gemengt, bildet es eine durch den elektrischen Funken entzündliche Knallluft. — Auch bei der gewöhnlichen Temperatur wirket der Sauerstoff auf Schwefelwasserstoff zersetzend ein, wenn Feuchtigkeit vorhanden ist. Daher muß die tropfbare Säure in wohl verstopften Flaschen aufbewahrt werden, indem sie sonst in Folge von abgesetztem Schwefel milchig wird; auch die Nothwendigkeit, luftleer gekochtes Wasser zu deren Darstellung zu wählen, erhellet daraus. — Schwefelwasserstoff wird ferner mit zunehmender Größe der Verwandtschaft zersetzt, durch Brom, Jod und Chlor.

113. Ausgezeichnet ist die Zersetzung des Schwefelwasserstoffs durch die Metalle und deren Oxyde. Kalium verbrennt in diesem Gase und verwandelt sich in Schwefelkalium, welches sich aber sogleich mit der zweiten Hälfte des unzersetzt gebliebenen Schwefelwasserstoffs zu einem

Schwefelsalze verbindet, Schwefelwasserstoff - Schwefelkalium; daher auch nur die Hälfte vom Volumen des verbrauchten Gases an Wasserstoffgas zurückbleibt. Zinn und Blei in diesem Gase bis zum Schmelzen erhitzt, verwandeln sich ebenfalls in Schwefelmetalle und hinterlassen ein dem verbrauchten Gase gleiches Volumen Wasserstoffgas. Auch das Anlaufen vieler Metalle, z. B. des Silbers, Kupfers, Messings u. s. w. bei der gewöhnlichen Temperatur hat seinen Grund in der Bildung von Schwefelmetall, das wie ein Häutchen jene Metalle überziehet. — Metalloxyde, über welche Schwefelwasserstoffgas geleitet wird, werden unter Bildung von Wasser in Schwefelmetalle verwandelt, entweder bei der gewöhnlichen Temperatur, wie Bleioxyd, oder in der Glühhitze, wie Kalkerde.

Die Zersetzung des Schwefelwasserstoffgases durch Metalloxyde und die dadurch hervorgehende Bildung von Schwefelmetallen findet aber auch dann noch statt, wenn die Oxyde bereits mit Säuren zu Salzen verbunden, sich im Wasser aufgelöst befinden. Da das Schwefelwasserstoffgas in dieser Beziehung ein sehr empfindliches Reagens auf die Salze vieler Metalle ist und die dabei hervorgehenden Schwefelmetalle ein sehr verschiedenes Verhalten zeigen, so hat man in demselben, so wie in dem daraus hervorgehenden Schwefelwasserstoff - Schwefelammonium ein Mittel, die verschiedenen in einer Salzauflösung befindlichen Metalle in gewisse Abtheilungen zu bringen, wonach man sodann durch Hilfe anderer geeigneter Reagentien die weitere Scheidung derselben, wenn deren mehre vorhanden sein sollten, vornehmen, und überhaupt zur Erkennung der einzelnen gelangen kann. So gibt es Schwefelmetalle, welche im Wasser und in verdünnten Säuren unlöslich sind. Von diesen sind einige im Schwefelwasserstoff - Schwefelammonium löslich, A, andere aber darin unlöslich, B. Die Entstehung der Schwefelmetalle dieser beiden Reihen in den Salzlösungen durch Schwefelwasserstoffgas wird daher durch die Gegenwart einer freien Säure nicht gehindert, und die sodann entstandenen Schwefelverbindungen lassen sich durch die Untersuchung über die Löslichkeit im Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium in die beiden Abtheilungen bringen. Ferner gibt es Schwefelmetalle, welche in verdünnter Säure löslich sind, C. Die Entstehung der Schwefelmetalle dieser Reihe wird daher durch eine vorhandene freie Säure gehindert; sie werden aber doch als Niederschlag zum Vorschein kommen, wenn man zu der durch Ammoniak neutral gemachten Salzlösung Schwefelwasserstoff - Schwefelammonium zusetzt (einige werden hiebei nur als Oxyde gefällt). Endlich gibt es eine Reihe Schwefel-

metalle, welche in Wasser löslich sind, D; daher auch in der Salzlösung der hieher gehörigen Metalloxyde durch die genannten Mittel kein Niederschlag geschieht. In diese verschiedenen Reihen gehören die Schwefelverbindungen der hier beigesetzten Metalle.

A. Antimon, Arsenik, Gold, Platin, Zinn u. s. w.

B. Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber, Wismuth u. s. w.

C. Eisen, Mangan, Nickel, Zink (Thonerde wird als Oxyd gefällt) u. s. w.

D. Die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden.

Macht man daher die Auflösung eines Salzes sauer und reagirt mit Schwefelwasserstoffgas oder einem damit angeschwängerten Wasser, so gibt das Entstehen eines Niederschlages zu erkennen, daß das zu Grunde liegende Metall in die Reihe A oder B gehöre; untersucht man sodann den Niederschlag, ob er sich ganz, oder zum Theil oder gar nicht in Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium auflöse, so ist dadurch gegeben, ob nur ein oder mehre Metalle der Reihe A, oder Metalle aus beiden Reihen, oder Metalle der Reihe B allein darin zu suchen sind. — Auf dieselbe Weise werden auch die Metalle der Reihe A und B von denen der Reihe C und D getrennt, indem man das Zuführen von Schwefelwasserstoffgas so lange fortsetzt, als noch ein Niederschlag erfolgt, und denselben von der übrigen Flüssigkeit durch Filtriren und Auswaschen sondert; in dem Niederschlage werden sodann die Metalle der Reihe A und B (wenn dieselben gleichzeitig vorhanden sind) durch Zugießen von Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium getrennt; indem die Schwefelmetalle der Reihe A in die Auflösung übergehen, die der Reihe B aber ungelöst bleiben.

Wie die einzelnen Metalle weiter erkannt und von einander getrennt werden, wird in einigen Beispielen später vorkommen. (Siehe Analyse einer Legirung aus Kupfer mit andern Metallen.)

Wäre aber in der sauren Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoffgas kein Niederschlag erfolgt, mithin ein oder mehre Metalle der Reihe C und D zu suchen, so mache man die Auflösung durch Zusatz von Ammoniak neutral, (was auch mit der, von den obigen Schwefelmetallen abfiltrirten Flüssigkeit zu geschehen hat, wenn noch andere Metallsalze enthalten sein sollten) und versetzet die Flüssigkeit sodann mit Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium; der jetzt entstehende Niederschlag deutet auf ein Metall der Reihe C, so wie, wenn er unterbleibt, nur ein Metall der Reihe D gesucht werden kann. Auf diese Art werden auch die Metalle dieser beiden Reihen von einander getrennt. Zuweilen, besonders wenn nur ein Metall in der Lösung vorhanden ist, erkennt man dasselbe durch die Färbung des Schwefelmetalles, die bei einigen besonders charakteristisch erscheint.

Nebst der gerade erläuterten wichtigen Anwendung als Reagens sind die sowohl natürlich vorkommenden, als auch künstlich bereiteten

hepatischen Wässer als Heilmittel gebraucht. Schwefelwasserstoffgas dient ferner zur Reinigung der mit Chlor erfüllten Räume, auch wird es als Vertilgungsmittel der Ratten empfohlen, wozu es in deren Löcher geleitet werden muß.

b. Eine zweite tropfbare Verbindung des Schwefels mit Wasserstoff, hydrogenirter Schwefel, ist ohne technische Anwendung.

9. Selen.

114. Selen, Se, kommt nur sparsam in der Natur an Metalle gebunden und meistens den Schwefelmetallen beigemengt vor, daher dieser Stoff auch zuerst aus dem in der Bleikammer einer Schwefelsäurefabrik zu Boden gesetzten Schlamme von Berzelius (1817) dargestellt wurde. Von den verschiedenen Darstellungsweisen des Selen soll hier nur Folgendes bemerkt werden. Wird selenhaltiger Schwefel in Kalilauge gekocht und mit Wasser verdünnt, so setzt sich nach einiger Zeit Selen als ein grauschwarzes Pulver ab; daher auch die Untersuchung des Schwefels auf Selen auf diese Weise geschehen müßte. Selen läßt sich überhaupt in allen Verhältnissen mit dem Schwefel zusammenschmelzen, letzterer bekommt schon durch 0.01 des Selen eine orange Farbe, und umgekehrt 0.01 Schwefel färbt das Selen schon heller roth.

Das Selen ist im compacten Zustande bleigrau, metallglänzend, spröde, fein vertheilt ein ziegelrothes Pulver. Es ist geschmack- und geruchlos. Durch Wärme wird es weich, und endlich schmilzt es (80°), bei höherer Hitze bildet es einen gelben Dampf. — An der Luft erhitzt, besonders mittelst eines brennenden Körpers, dessen Flamme dadurch blau gefärbt wird, verwandelt es sich in Selenoxyd, ein farbloses, nach verfaultem Rettich riechendes Gas, was ein charakteristisches Kennzeichen des Selen ist. Das Selen bildet mit dem Sauerstoffe ferner noch zwei Säuren, welche so wie die Selenwasserstoffsäure ohne Anwendung sind.

10. Phosphor.

115. Phosphor, P, kommt niemals isolirt, sondern als Phosphorsäure in Verbindung mit verschiedenen Basen in allen drei Reichen der Natur vor, besonders im Thierreiche, in welchem die Knochen denselben in großer Menge enthalten.

Zu dessen Darstellung werden die weißgebrannten Knochen, welche vorzüglich aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalke bestehen, fein gepulvert (Knochenasche), mit Wasser zu einem Brei angemacht, und mit

$^{2}/_{3}$ ihres Gewichtes concentrirter Schwefelsäure übergossen, wodurch unter Austreibung der Kohlensäure unlöslicher schwefelsaurer Kalk, Gyps, und löslicher saurer phosphorsaurer Kalk entsteht. Diese saure Flüssigkeit wird durch Auspressen von dem Niederschlage getrennt, bis zur Sirupdicke eingedampft, sodann mit fein gepulverter Kohle innig gemengt, und unter fortdauerndem Umrühren bis zum dunkeln Rothglühen des Kessels erhitzt. Die noch heiße Masse wird in eine beschlagene steingutene Retorte gefüllt, und diese in einen gut ziehenden Ofen eingesetzt. An die Retorte wird ein weites Rohr oder Vorstoß angesetzt, das nur 1 bis 2 Linien tief in das Wasser der Vorlage reichen darf; an letzterer kann noch eine Gasentbindungsröhre angebracht sein, um versuchsweise die sich entbindenden Gase über einer pneumatischen Vorrichtung aufzufangen. Man gibt sodann nur allmälich steigende Hitze bis zum heftigen Weißglühen, die so lange unterhalten wird, als noch Phosphor übergeht und sich unter dem Wasser der Vorlage sammelt. In dieser hohen Temperatur wird die Hälfte der Phosphorsäure durch die Kohle desoxydirt, während der andere Theil mit dem Kalke als neutraler phosphorsaurer Kalk, gemengt mit Kohle, in der Retorte zurückbleibt. In Folge dieser Reduction entweicht kohlensaures Gas. Da aber das hartnäckig zurückgehaltene Wasser bei dieser Gelegenheit auch durch die Kohle zersetzt wird, so entbindet sich eine phosphorartig riechende und mit Phosphorflamme verbrennende Gasart (zum Theil auch selbstentzündlich), die nach dem Verbrennungsproduct zu schließen, als ein Gemenge von Kohlenoxyd- mit Phosphorwasserstoffgas oder mit Wasserstoffgas, in welchem Phosphor als Dampf enthalten ist, angesehen werden muß. — Der so erhaltene mehr oder weniger dunkel gefärbte Phosphor wird in einer Glasröhre, die gegen das offene Ende sich conisch erweitert, unter heißem Wasser umgeschmolzen, die mechanisch mitgerissenen Unreinigkeiten, die sich hier in dem obern Theile sammeln, werden sodann von dem nach dem Erkalten starr gewordenen Stücke abgeschnitten, der reine Theil hingegen wird durch mehrmaliges Schmelzen und Aufsaugen in enge Glasröhren unter Wasser in Form dünner Stängelchen gebracht, und unter ausgekochtem Wasser in vor dem Lichte durch undurchsichtige Hüllen geschützten Flaschen aufbewahrt. Jenes unreine Stück, das abgeschnitten wurde, wird nochmals unter heißem Wasser umgeschmolzen, und durch sämisch gegerbtes Leder gepreßt, welches die Unreinigkeiten zurückhält.

Früher wurde der Phosphor aus Harn, der ebenfalls phosphorsaure Salze enthält, in neuerer Zeit auch aus Beinkohle (phosphorsaurem Kalk und Kohle) mit Kieselerde und Kohle dargestellt.

116. Der Phosphor ist bei der gewöhnlichen Temperatur eine durchscheinende Masse von blaßgelber Farbe; er hat eine wachsähnliche Consistenz, so daß er bei der mittlern Temperatur weich und biegsam ist, und sich schneiden läßt, durch Kälte aber spröde wird. Seine Dichtigkeit ist 1.77. Er schmilzt bei 28°, verflüchtiget sich ungefähr bei 80°, und kommt bei 232° ins Kochen, wo er (vor dem Zutritte der atmosphärischen Luft geschützt) überdestillirt. Im Wasser ist er unlöslich. Die vorzüglichsten Auflösungsmittel desselben sind ätherische Oehle, z. B. Steinöhl, ferner Schwefelkohlenstoff, woraus er auch krystallisirt erhalten werden kann. — Wenn der Phosphor bei einer Temperatur über 0° der freien Luft ausgesetzt wird, so stößt er weiße knoblauchartig riechende Dämpfe aus, die im Dunkeln leuchten (phosphoresciren), indem er sich oxydirt (langsam verbrennt), ohne daß eine besonders bemerkbare Wärmeentwicklung dabei statt findet; zugleich bedeckt er sich, da die entstandene phosphorige Säure die Feuchtigkeit stark anzieht, mit derlei sauren Tropfen, welche abfließen. — An der Atmosphäre erhitzt, verbrennt er mit intensiv leuchtender Flamme unter Ausstoßung eines dicken weißen Rauches, der Phosphorsäure ist; auf der Unterlage bleibt gewöhnlich auch rothes Phosphoroxyd zurück. Obwohl eine Entzündungstemperatur von 60° dafür angegeben ist, so hat man doch bei Versuchen mit demselben besondere Vorsicht nothwendig, daß man denselben nicht zwischen den Fingern oder an wollenen Zeugen, an Löschpapier u. dgl. reibt, weil seine Entzündung hiedurch sehr leicht herbeigeführt wird; auch darf man nicht mehre Stücke über einander liegen lassen, weil die geringe Wärme seiner langsamen Verbrennung auf diese Art mehr beisammen gehalten, und so leicht bis zur nothwendigen Entzündungstemperatur gesteigert werden kann. Aus derselben Ursache soll man ihn selbst nicht lange zwischen den Fingern halten, ohne ihn wiederholt in Wasser zu tauchen; man darf ferner denselben nur in einer mit Wasser gefüllten Schale, die man früher tarirt, abwägen, denselben ja nicht in einem etwas dickern Stücke außerhalb des Wassers zerschneiden u. dgl. Eben so ist es klar, daß die Aufbewahrung des Phosphors, selbst für ganz kurze Zeit, nur unter Wasser geschehen darf. Für längere Dauer soll das Wasser luftleer gekocht, und in einer undurchsichtigen Hülle eingeschlossen sein, da Phosphor am Lichte roth wird. Unter Wasser überzieht sich der Phosphor allmälich mit einer weißen Rinde, und das Wasser erhält dadurch die Eigenschaft zu leuchten.

Bemerkenswerth und nicht genügend erklärt ist, a. daß der Phosphor im reinen Sauerstoffgase nicht eher leuchtet, als bis er über 20° erwärmt ist; b. daß das Leuchten desselben in der atmosphärischen Luft durch Beimengung kleiner

Quantitäten einiger anderer Gase gänzlich verhindert wird; c. daß er in verdünnter Luft leicht entzündlich ist, so daß er auf Baumwolle gelegt, und mit Pulver von Harz, Schwefel, Kohle u. dgl. bestreut, sich bei schnellem Luftverdünnen von selbst entzündet; d. daß das Rothwerden des Phosphors durch das Licht, nicht nur in der atmosphärischen Luft, sondern auch im Stickgase statt findet.

117. Der Phosphor dient als eudiometrisches Mittel, indem er sowohl durch langsame als rasche Verbrennung einem Gasgemenge den Sauerstoff entzieht. Ferner hatte der Phosphor Anwendung zu Feuerzeugen, die in mancherlei Formen im Gebrauche waren, gegenwärtig aber sämmtlich verschwunden sind, bis auf die in der neuern Zeit angewendeten Frictionshölzchen, Papiere, u. dgl., wo die phosphorhaltige Masse mit schleimigen Stoffen, als arabischem Gummi, Gummitragant u. dgl. so eingehüllt wird, daß sie selbst eine Temperaturerhöhung von nahe 80°, ohne sich zu entzünden, erträgt, während durch Reiben, was auf einer mit Glaspulver rauh gemachten Fläche geschieht, dieser Erfolg sehr leicht eintritt. Der Phosphor wird hiezu mit Salpeter, braunem Bleioxyd, chlorsaurem Kali u. dgl. versetzt. — Auch verdient der Versuch Erwähnung, Bleikugeln für kleines Feuergewehr hohl gegossen mit Phosphor zu füllen, und durch einen bleiernen Schraubenstöpsel zu schließen, wovon ersteres unter heißem, letzteres unter kaltem Wasser geschehen muß. Durch die Reibung, welche der Phosphor durch die Zerschmetterung der abgeschossenen Kugel bei ihrem Auftreffen erleidet, wird die Entzündung desselben veranlaßt, welche sich sodann andern brennbaren Gegenständen, als Munitions- und andern Wagen mittheilen soll. Abgesehen von der Explosion, welche in einem Munitionswagen hiedurch bewirkt werden würde, scheint der Erfolg bei andern Wagen und brennbaren Gegenständen nicht vollkommen sicher, wie es Versuche zeigten, welche mit solchen Kugeln gegen mit Stroh gefüllte Verschläge gemacht wurden; es erfolgte wohl jedesmal die Zerschmetterung der Kugel, so wie die Entzündung und Verbrennung des Phosphors, aber nie pflanzte sich das Feuer in der doch so leicht brennbaren Umgebung von Stroh, weit fort; die als dicker Rauch sich entbindende Phosphorsäure scheint den Zutritt der atmosphärischen Luft zu verhindern, und so das Feuer zu ersticken.

In früherer Zeit, als noch die Darstellung des Phosphors ein Geheimniß war, diente derselbe als ein Mittel, manche Spielereien auszuführen, z. B. das auf eine Wand mit demselben Geschriebene im Finstern lesen zu können u. dgl.

Verbindungen des Phosphors.

Phosphor und Sauerstoff.

118. a. Phosphoroxyd, P^2O, jene rothe Substanz, welche immer, wenn Phosphor in der atmosphärischen Luft verbrennt, in geringer Menge zurückbleibt, sich auch in größerer Menge bildet, wenn ein Strom Sauerstoff auf Phosphor unter heißem Wasser geleitet wird.

b. Unterphosphorige Säure, $\dot{P}$.

c. Phosphorige Säure, $\dddot{P}$, das Product der langsamen Verbrennung des Phosphors, das leicht in Phosphorsäure übergeht.

d. Phosphorsäure, $\ddot{\ddot{P}}$. Durch Verbrennen des Phosphors unter einer Glasglocke erhält man dieselbe wasserfrei, in Form weißer Flocken; wasserhältig wird sie dargestellt durch allmäliche Oxydation des Phosphors mittelst Salpetersäure; durch Ausscheidung aus phosphorsauren Salzen u. dgl. Auf diese Arten wird sie als eine farblose, stark saure Flüssigkeit erhalten, welche in der Kälte oder in Vacuo mit 3 Atomen Wasser $\ddot{\ddot{P}}+3aq$, krystallisirt, und so die gewöhnliche Phosphorsäure vorstellet.

Durch Erhitzung bis 170° verliert sie $^1/_3$ ihres Wassergehaltes $\ddot{\ddot{P}}+2aq$, und in der Rothglühhitze endlich schmilzt sie zu einer glasartigen Masse, welche noch 1 Atom Wasser enthält. Die Phosphorsäure in diesen drei Hydratzuständen, obwohl übrigens gleich zusammengesetzt, zeigt dennoch verschiedene Eigenschaften, daher man diese drei Modificationen in der Ordnung, wie sie hier aufgezählt sind, durch die Benennung der gewöhnlichen, der Para- und Metaphosphorsäure, oder auch durch c, b und a Phosphorsäure unterscheidet.

So verlangt jede dieser drei Modificationen von einer Basis gerade so viele Atome, als sie Wasser aufzunehmen im Stande ist, und bietet man einer der letztern mehr Basis, so bleibt dieser Ueberschuß außer Verbindung. Gibt man hingegen der gewöhnlichen oder c Phosphorsäure nur 1 At. Basis, so wird auch nur 1 At. Wasser verdrängt und 2 At. bleiben, die Stelle der andern 2 At. Basis vertretend, zurück; gibt man noch 1 At. der Basis, so wird auch das zweite At. Wasser ausgeschieden, und erst ein drittes hinzu gegebenes Aequivalent Basis kann das dritte des Wassers verdrängen. Auch gegen Reagentien zeigen sie, sowohl für sich, als in ihren Salzen verschiedene Reactionen.

Phosphor mit Wasserstoff.

119. Phosphorwasserstoff, PH^3. Diese in Gasform vorkommende Verbindung erscheint nach Verschiedenheit der Darstellung in zwei verschiedenen Modificationen.

a. Selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas durch Kochen von Phosphor in Aetzkalilauge. Der Phosphor zerlegt mit Hilfe

des Alkali das Wasser und bildet phosphorsaures Kali und Phosphorwasserstoffgas. Letzteres entzündet sich, sobald es in Berührung mit atmosphärischer Luft kommt, selbst bei einer Temperatur unter 0°, und verbrennt mit heller Flamme unter Bildung von Wasser und Phosphorsäure, welche als ein dicker Rauch ringförmig emporsteigt.

b. Durch Kochen von phosphorsauren Salzen entbindet sich ein Gas von derselben Zusammensetzung, dem jedoch die Eigenschaft der Selbstentzündlichkeit fehlt. Es ist farblos, wie das vorige, von widrigem Geruche, brennt, wenn es angezündet wird, mit Phosphorflamme. In keiner dieser beiden Modificationen erscheint diese Verbindung als Säure. Ueber die Ursache der Selbstentzündlichkeit der ersten Modification sind die Meinungen verschieden.

120. Phosphor und Schwefel lassen sich in allen möglichen Verhältnissen zusammenschmelzen, was unter Wasser vorgenommen wird. Diese Verbindungen sind leichter entzündlich als der Phosphor, auch leichter schmelzbar, zerlegen unter Einfluß des Lichtes das Wasser so, daß phosphorige Säure und Schwefelwasserstoff entsteht.

1	Phosphor	mit	1	Schwefel	schmilzt	bei	4° R.
1	»	»	½	»	»	»	8 »
1	»	»	9	»	»	»	10 »
1	»	»	18	»	»	»	20 »

Je nachdem Phosphor oder Schwefel in Ueberschuß vorhanden ist, krystallisirt auch jener oder dieser aus dem Gemische heraus.

11. Bor.

121. Das Bor, B, kommt in der Natur nicht im isolirten Zustande vor, kann aber durch Reduction der Borsäure mittelst Kalium als dunkel grünlichgraues Pulver erhalten werden. Die Verbindung desselben mit Sauerstoff ist Borsäure $\ddot{B}$. Setzt man zu einer siedend heißen Auflösung von einem Theil Borax (borsaurem Natron) in 4 Thln. Wasser concentrirte Schwefelsäure, so scheidet sich beim Erkalten, während schwefelsaures Natron in der Lösung zurückbleibt, die schwer lösliche Borsäure im starren Zustande aus. Sie erscheint hiebei in Form weißer perlmutterartig glänzender und fett anzufühlender Blättchen oder Schuppen, die 3 At. Krystallwasser enthalten, $\ddot{B} + 3aq$, welches sie beim Erhitzen fahren lassen, indem sie zu einem farblosen Glase schmelzen. Im kalten Wasser ist die Borsäure nur wenig löslich, mehr im heißen und im Alkohol, dessen Flamme sie grün färbt. — Diese Säure kommt in einigen Wässern in Toscana vor.

Die Verbindungen des Vor mit den übrigen einfachen Stoffen sind nicht von hieher gehörigem Interesse. Aus dem Haloid-Doppelsalze, Vorfluorkalium kann ebenfalls durch Kalium das Vor dargestellt werden.

12. Silicium.

122. **Silicium, Kiesel, Kies, Si**, kommt in der Natur nicht im verbindungsfreien Zustande vor; die Darstellung desselben geschieht durch Reduction der Kiessäure (oder des Doppelfluorids von Kies und Kalium, Kieselfluorkalium) mittelst Kalium in Form eines dunkelbraunen Pulvers. Die einzige Oxydationsstufe dieses Elementes ist **Kiessäure**, gewöhnlich **Kieselerde** genannt.

Die durch Verbrennen des Kieses erzeugte Kiessäure, $\dot{S}i$, ist weiß, pulverig, rauh anzufühlen, zwischen den Zähnen knirschend, in Wasser und Säuren (Flußsäure ausgenommen) unlöslich, nur im Knallgase zu einem farblosen Glase schmelzbar, und höchst feuerbeständig. Diese Modification ist es, die häufig in der Natur vorkommt, am reinsten im Quarz (krystallisirt im Bergkrystall) und die in Verbindung mit Basen einen der häufigsten Bestandtheile der Erdrinde ausmacht. — Die bei der Berührung des Fluorkiesels (siehe gleich unten) mit Wasser sich absetzende Kiessäure hingegen ist in vielem Wasser löslich, wird aber durch Glühen in die erstere Modification überführt. Auch in dieser Modification kommt diese Säure in der Natur in verschiedenen Wässern vor. — Kiessäure verbindet sich mit schmelzenden Alkalien und auch andern Metalloxyden, wobei Kohlensäure, wenn sie mit denselben in Verbindung war, entweicht. Aus dieser geglühten Masse kann durch Behandeln mit Salzsäure, Abdampfen der entstandenen Flüssigkeit und Auslaugung des erhitzten und mit Salzsäure befeuchteten Rückstandes jene unlösliche Modification mit obigen Eigenschaften dargestellt werden; sie wird aber durch Kochen in einer Lauge von Aetz- oder kohlensaurem Kali aufgelöst, und so in die zweite Modification überführt.

123. **Vorkommen und Anwendung.** Die Kieselerde ist ein wesentlicher Bestandtheil der meisten Thonarten, des natürlich vorkommenden Kalkes und sehr vieler harten Steine, welche sich auf der Oberfläche der Erde finden, und deren Härte auch durch sie bedingt wird.

Die wichtigsten Fossilien, in denen Kieselerde mehr oder minder ein Hauptbestandtheil ist, und welche in die Klasse des Quarzes gehören, so wie deren technische Anwendung, sind folgende:

a. **Bergkrystall**, in sechsseitigen Säulen, farblos; darunter gehören auch mehre gefärbte Varietäten, als der gelbliche, sogenannte

böhmische Topas, der braune oder schwarze Rauchtopas, der Amethyst mit violeter Färbung. Ferner zählt man darunter den Achat, der in seiner Farbe eine sehr große Mannigfaltigkeit zeigt, als dunkelgrau oder roth gefleckt im Heliotrop, apfelgrün im Chrisopras, milchweiß, auch mit andern Farben nüancirt im Chalcedon u. s. w., endlich auch die verschiedenen Gattungen des Opals. Die Anwendung des Bergkrystalles ist zu Luxusgegenständen, zu Brillengläsern, die der letztern Varietäten insbesondere zu Schmuck.

b. Gemeiner Quarz, als Geschiebe in Flüssen, als eigene Felsart (Quarzgestein), als Gemengtheil anderer Gebirgsmassen, z. B. des Granits u. s. w.; er wird verwendet zur Darstellung der feinen Glassorten, des Porzellans, Steinguts, ferner als Baumateriale, Chaussee-Pflasterstein, dann zu Farb- und Glättsteinen, zu Reibschalen, wozu auch Achate genommen werden.

c. Feuerstein in kugeligen und knolligen Massen, vorzüglich im Kalk- und Kreidegebirg. Aus dem Bruche kommend, sind die Feuersteinmassen immer mit einer mehr oder weniger dicken, weißlichen, zerreiblichen und pulverigen Rinde überzogen, welche aus verwitterter Kieselerde besteht. Die durch den Bruch bloß gelegten Flächen erleiden zuweilen nach längerer Zeit eine ähnliche Wirkung. Auch die Masse des Feuersteins ist nicht immer homogen, es finden sich häufig weiße Flecke darin, welche zuweilen in Folge einer Verschiedenheit in der Zusammensetzung vollkommen undurchsichtig sind. In den undurchsichtigen Theilen findet sich kein chemisch gebundenes Wasser, hingegen 5 Proc. Kalk, während in dem gewöhnlich vorkommenden Feuersteine kein Kalk, hingegen 2 Proc. Wasser vorhanden sind.

Diese Eigenschaft schadet so sehr bei der Arbeit des Schlagens, daß derlei Steine, als zu schwierig zum Schlagen, verworfen werden. Zur Anfertigung der Flintensteine, als deren vorzüglichste Anwendung, verwendet man das frisch ausgegrabene, einen Zustand der Weichheit besitzende Mineral; man bedient sich hiezu verschiedener Hämmer, mit denen man mit großer Fertigkeit die gebrochenen Platten spaltet, und die einzelnen Steine schlägt. Die lichten Steine sind weniger hart, als die braunen, man zieht sie aber sogar vor, da sie doch am Stahle Funken geben, und die Batterie weniger abnützen. Flintensteine sollen an kühlen, dem Luftzuge nicht zu sehr ausgesetzten Orten aufbewahrt werden. Zu ihrer Conservirung ist es ferner nöthig, daß sie bei Untersuchung, Zählung u. s. w. nicht zu sehr geworfen werden, und daß sie in die Fässer bei der Verpackung fest eingeschüttelt und durch Stroh oder Sägespäne fest gepackt werden. —

Nebst dem hat diese Quarzvarietät auch Anwendung zur Darstellung des Steingutes.

d. **Sand**, ein Product der Zersetzung vielfältiger Felsarten, namentlich der quarzreichen, daher auch seine Bestandtheile nach Maß seiner Abstammung verschieden sind. Man unterscheidet **Gruben-** und **Flußsand**. Ersterer ist der reinste; letzterer ist vermengt mit vegetabilischen Ueberresten, Thon u. s. w.; reiner quarziger Sand dient zur Glasfabrikation, Mörtelbereitung, ferner als Schleifmittel; der feine scharfkantige zur Förmerei für den feinen Metallguß, der eisenschüssige, thonige als Versatz für Ziegel. Sand dienet auch zum Filtriren des Wassers (77.).

e. **Sandstein**, eine Verbindung von größern und kleinern Quarzkörnern, durch ein thoniges, kalkiges oder auch quarziges, eisenschüssiges Cement, zu verschiedenen baulichen Zwecken anwendbar, als Baustein, zu architektonischen Verzierungen, wozu nur grobkörniger Stein von möglichst gleichförmigem Korn und Festigkeit dienet, ferner zu Wassertrögen, zu Hütten- und Glasöfen, dann auch zu Schleifsteinen. — **Bimsstein**, **Trippel**, sind ebenfalls Kieselerde enthaltende Mineralien.

Verbindungen des Kieses mit den übrigen Nichtmetallen.

124. Kies gibt mit dem Fluor eine gasförmige Verbindung, **Fluorkieselgas**, SiF^3. Dieses Gas ist farblos, von eigenem stechend saurem Geruch, raucht sehr stark an der Luft. Man erhält es, wenn man bei der Bereitung der Flußsäure den Flußspath mit fein gemahlenem Quarz oder Glaspulver mengt, und dann die Destillation mit Schwefelsäure verrichtet. Mit Wasser in Berührung gebracht, wird dieses Gas zerlegt, indem sich Kiessäure absetzt, und eine Verbindung von Fluorwasserstoffsäure mit Fluorkiesel im Wasser gelöst bleibt, **Kieselfluorwasserstoffsäure** (Kieselflußsäure $3FH + 2SiF^3$). Versucht man dieselbe durch Verdampfen des Wassers zu concentriren, so geht Fluorkiesel als Gas davon, und die Flüssigkeit wird reicher an Flußsäure. Daraus erklärt es sich, daß diese Säure, die eigentlich Glas nicht angreift, doch auf Glas nicht verdampft werden darf, da es durch die verbindungsfrei werdende Flußsäure am Ende doch angegriffen wird. Auf die Haut wirkt diese Säure sehr wenig. Mit Metallen entstehen Verbindungen von Fluorkiesel mit Fluormetallen, deren gemeinschaftlicher Bestandtheil wie 2:3 sich verhält, z. B. Kieselfluorkalium aus Fluorkiesel und Fluorkalium bestehend ($3FK + 2SiF^3$), im aufgelösten Zustande auch kieselflußsaures Kali genannt, indem die Bestandtheile des Wassers zu jedem Elemente in dieser Formel hinzugedacht werden.

13. Kohlenstoff.

125. Kohlenstoff, C=7.51, findet sich sehr häufig in der Natur vor. Ganz rein erscheint er im Diamant, mit sehr geringer mechanischer Beimengung im Graphit, in weiterer chemischer Verbindung in der Steinkohle und in allen organischen Stoffen des Thier- und Pflanzenreiches, woraus er, aber niemals vollkommen rein, als Coaks, thierische und vegetabilische Kohle dargestellt werden kann. Ferner kommt er noch in Verbindung mit Sauerstoff als Kohlensäure in der Luft und an Basen gebunden, so wie als Kohlenwasserstoffgas vor. — Der Kohlenstoff weicht in seinen physikalischen Eigenschaften nach der Art seines Vorkommens oder seiner Abstammung sehr ab.

Der Diamant, reiner Kohlenstoff, immer Natur-, nie Kunstproduct. Er findet sich als solcher im krystallisirten Zustande vor, theils in Form von regelmäßigen Octaedern, theils in Krystallen, die durch 48 dreiseitige gekrümmte Flächen gebildet sind. Der Diamant ist durchsichtig und farblos (zuweilen etwas gefärbt), hat ein sehr großes Brechungs- und Farbenzerstreuungsvermögen, eine Dichte von 3.5, und die größte Härte unter allen Naturkörpern, daher er in der Härtescale der Mineralogen der erste erscheinet. — Graphit, Reißblei kommt theils in abgerundeten Massen, theils in flachen 6seitigen Tafeln krystallisirt vor. Er hat eine dunkelbleigraue Farbe, metallischen Glanz, und so geringe Härte, daß er abfärbt. Gewöhnlich enthält er Eisen, oft bis zu 5 Proc., welches, da er auch ohne denselben gefunden wird, als mechanische Einmengung in einem veränderlichen Verhältnisse angesehen wird.

Die Steinkohle und alle organische Stoffe des Thier- und Pflanzenreiches bestehen aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, zuweilen auch Stickstoff als ihren Hauptbestandtheilen in wechselnden Verhältnissen. Sie geben durch Erhitzen bei abgehaltenem Zutritte der Luft (trockene Destillation) gasförmige und flüssige Producte, und hinterlassen Kohle, welche noch diejenigen Nebenbestandtheile enthält, die nicht in eine flüchtige Verbindung treten konnten, und beim Verbrennen derselben als Asche zurückbleiben. Danach gibt es: Coaks, Kohle der Steinkohle, eine dichte, metallglänzende Kohle, als poröse Masse oder in Stücken, je nachdem die Steinkohle in der Hitze schmelzbar ist oder nicht. — Thierische Kohle, gewöhnlich eine den Coaks ähnliche, geschmolzene Masse, z. B. von Blut, Horn, Leder u. s. w. (von Knochen zeigt die Kohle die Structur des Theiles, woher sie stammt). Jede thierische Kohle enthält Stickstoff. —

Vegetabilische Kohle unterscheidet sich von der vorhergehenden durch ein tieferes Schwarz, durch Mangel an Metallglanz. Gewöhnlich ist die Form des Pflanzentheiles, durch dessen Verkohlung sie erhalten wurde, erkennbar (Kohle von Oehl, Weingeist u. dgl., so wie die von schmelzbaren Substanzen, z. B. des Zuckers, machen hier eine Ausnahme). Wie die thierische Kohle Stickstoff, enthält diese Wasserstoff.

126. Im Allgemeinen ist der Kohlenstoff in jeder seiner Formen starr, geruch- und geschmacklos, für die Wärme ein sehr schlechter, hingegen für die Elektricität nach den Metallen der beste Leiter (der Diamant macht eine Ausnahme und ist ein Nichtleiter; er wird durch Reiben selbst elektrisch). In Wasser, Säuren, Alkohol u. s. w. ist der Kohlenstoff vollkommen unlöslich, an der Luft unveränderlich; er ist ferner höchst feuerbeständig, vor dem Zutritte der Atmosphäre geschützt, erträgt derselbe, vom Diamant bis zur gewöhnlichen Holzkohle, die höchsten Temperaturen, ohne sich zu verflüchtigen, zu schmelzen oder sich sonst zu verändern (nur Holzkohle wird unter diesen Umständen zu einem guten Leiter für die Wärme). Der Kohlenstoff ist brennbar, jedoch ist die Entzündlichkeit und die Fähigkeit fortzubrennen in den verschiedenen Formen nicht gleich. Der Diamant braucht eine sehr hohe Temperatur zur Entzündung, brennt auch in der atmosphärischen Luft nur dann fort, wenn die äußere Erhitzung fortdauert; wird er jedoch im glühenden Zustande schnell in Sauerstoffgas gebracht, so entwickelt er selbst die zur weitern Verbrennung nöthige Hitze. Das daraus entstehende Product ist Kohlensäure ohne Rückstand oder Asche, was auch den Beweis gibt, daß er reiner Kohlenstoff ist. Am leichtesten entzündlich und verbrennlich ist die Holzkohle, minder leicht die dichtern Arten derselben. Coaks sind schon sehr schwierig zu entzünden, und brennen auch nur durch Hilfe eines künstlichen Luftstromes fort, entwickeln jedoch hiebei die größten Hitzegrade, die man im Großen hervorbringen kann. Thierische Kohle brennt nur schwer an und fort, und wird, wie der Graphit, der ebenfalls nicht ohne äußere Erhitzung fortbrennt, nicht als Brennmateriale benützt. — Nebst dem gasförmigen Verbrennungsproducte, der Kohlensäure, bleibt in den letztern Fällen immer eine Asche zurück, welche bei Coaks vorzüglich aus Erden und Eisenoxyd, bei der thierischen Kohle aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalke, bei der Holzkohle aus kohlensaurem Kali oder Natron besteht; im letztern Falle sind dieselben Basen auch an Schwefelsäure, und deren Radicale an Chlor gebunden, nebst dem findet sich Eisen- und Manganoxyd, Kiessäure u. s. w. darin vor.

Der aus Kohlenwasserstoffgas in der Hitze abgesetzte, oder aus Kohlensäure durch Kalium, Phosphor u. s. w. abgeschiedene Kohlenstoff, der in dünnen Blättchen erscheinende Hochofengraphit, stark ausgeglühter Lampenruß, verbrennen ohne Rücklaß von Asche, und können als reiner Kohlenstoff angesehen werden.

Obwohl sich die Verwandtschaft des Kohlenstoffes zum Sauerstoffe bei der gewöhnlichen Temperatur nicht zeigt, so ist sie doch in der erhöhten so groß, daß auch andern oxydirten Körpern der Sauerstoff durch denselben entzogen werden kann. Die Kohle ist daher ein kräftiges Reductions- oder Desoxydationsmittel, als welches sie zur Darstellung vieler Metalle im Großen angewendet wird. Außer dem Sauerstoffe ist nur noch der Schwefel unter den nichtmetallischen Körpern, mit welchem der Kohlenstoff in directe Verbindung in der erhöhten Temperatur tritt, welche so wie die mit Wasserstoff und Stickstoff, und unter den metallischen Stoffen die mit dem Eisen von großer Wichtigkeit sind.

127. Die Kohle zeichnet sich noch überdieß durch zwei besondere Eigenschaften aus:

a. Als poröser Körper verdichtet sie in ihren Poren Gase und Dämpfe, wenn sie frisch ausgeglüht, in einem luftdicht verschlossenen Gefäße erkaltet, oder durch Eintauchen in Quecksilber abgelöscht worden ist. Die Menge des Gases, welche von der Kohle aufgenommen wird, hängt ab: 1. Von der Beschaffenheit der Kohle. Im Allgemeinen eignet sich hiezu die Holzkohle; doch hat die Natur des verkohlten Holzes, der Grad der Porosität, die Größe der Kohlenstücke u. dgl. vielen Einfluß. So absorbirt Kohle von Tannenholz das 4.5fache, die von Buchsbaumholz das 7.5fache ihres eigenen Volums von einer und derselben Gasart. Werden die Poren zu groß, wie bei der Kohle von Korkholz, so findet fast gar keine Absorption statt, eben so bei zu großer Dichte, d. i. mit dem Verschwinden der Poren, wie beim Graphit. Durch Zerkleinerung der Kohle bis auf einen gewissen Grad wächst die Menge des Gases, welche absorbirt wird, da hiedurch die absorbirende Oberfläche vergrößert wird; durch Pulvern hingegen bis zum unfühlbaren Staub, nämlich durch Zerstörung der Poren, wird diese Eigenschaft der Kohle fast ganz vernichtet. 2. Von der Natur des Gases. Ein Volum frisch ausgeglühter Kohle absorbirt bei 9 bis 10° Temperatur binnen 24 bis 36 Stunden:

Vom Ammoniakgas	90	Volum
» salzsauren Gase	85	»
» kohlensauren »	35	»

Vom Sauerstoffgas 9.25 Volum
» Stickstoffgas 7.5 »
» Wasserstoffgas 1.75 » u. s. w.

Die Menge des absorbirten Gases (dem Gewicht nach) ist ferner dem Drucke proportionirt, unter dem dasselbe steht, so daß das Volum bei jedem Drucke dasselbe bleibt, dagegen im luftverdünnten oder luftleeren Raume ein Theil oder alles absorbirte Gas frei gegeben wird. Temperaturerhöhung vermindert das absorbirende Vermögen, daher durch steigende Hitze und endlich durch anhaltendes Glühen der Kohle alles absorbirte Gas ausgetrieben wird. Hiedurch sind auch die Mittel gegeben, die Kohle von allem Gase zu befreien. — Bringt man Kohle, die schon irgend ein Gas absorbirt hält, in ein anderes Gas, so wird ein Theil des ersteren frei, dagegen aber von dem zweiten eine der Anziehung der Kohle zu demselben entsprechende Menge absorbirt. Wird Kohle, die bereits Gas absorbirt hat, mit Wasser befeuchtet, so gibt sie einen Theil desselben frei. — Die Absorption der Gase kann nach 24 bis 36 Stunden als beendet angesehen werden, ausgenommen beim Sauerstoffgase, welches fortdauernd, jedoch in abnehmendem Verhältnisse eingesogen wird, und in wahrhaft chemische Verbindung zu kohlensaurem Gas mit der Kohle tritt, welches absorbirt bleibt. Diese Absorption geht jedoch, selbst in einem ganzen Jahre nicht weiter, als bis ungefähr zum 14fachen Volumen der Kohle.

Was in Bezug der Absorption der Gase durch Kohle gesagt wurde, gilt auch für den in der Luft vorhandenen Wasserdampf, nur ist die Absorption desselben nicht so schnell als beendet anzusehen. Kohle aus Buchsbaumholz absorbirt während einer Woche 14, die aus Buchenholz 16 Procente; daraus erklärt sich die beträchtliche Gewichtszunahme frisch erzeugter Kohlen, so wie das Verbrennen derselben mit Flamme. — Bei der Absorption der Gase und des Wasserdampfes wird in Folge der sehr beträchtlichen Verdichtung, welche dieselben hiebei erleiden, Wärme frei, die unter günstigen Umständen sogar bis zur Selbstentzündung steigen kann. (Ein Mehres hierüber bei der Kohle des Schießpulvers.) — Das Vermögen, Gase und Wasserdampf zu absorbiren, kommt jedoch nicht der Kohle allein zu, sondern es besitzen dasselbe auch andere poröse Körper im Allgemeinen, jedoch in einem sehr verschiedenen Grade, z. B. Holz, Meerschaum, Wollen- und Seidenzeuge u. s. w.

b. Die zweite sehr wichtige Eigenschaft der Kohle ist, verschiedene aufgelöste Stoffe aus Auflösungen aufzunehmen. Derlei Stoffe sind Farb-

stoffe und überhaupt Extractivstoff, brenzliche Oehle, Riechstoffe, ferner Salze und noch verschiedene andere Substanzen. Als hiezu tauglich zeigt sich die Holzkohle besonders, wenn der vegetabilische Stoff vor der Verkohlung fein zertheilt mit gepulvertem Bimsstein, Kreide u. dgl. innig vermengt wurde. Hierauf folgt ausgeglühte Braunkohle; wirksamer als diese ist Knochenkohle, Beinschwarz, worin die Kohlentheilchen zwischen einer bedeutenden Menge phosphorsauren Kalkes gelagert sind. Letzterer kann durch Salzsäure ausgezogen werden, und man erhält hiedurch eine bei gleichem Gewichtsverhältnisse stärker entfärbende Kohle, als die Knochenkohle an sich ist. Die stärkere Wirkung derselben steht aber zur geringeren Quantität des Kohlenstoffes in der Knochenkohle in bei weitem kleinerem Verhältnisse. Die größte Wirkung gibt die Kohle aus gewöhnlich thierischen Theilen (Blutlaugenkohle genannt), und besonders dann, wenn sie früher mit kohlensaurem Kali, der feinen Vertheilung wegen, zusammengeschmolzen und durch Auslaugen wieder davon getrennt wurde. Diese letztere Vorbereitung der Kohle zeigt übrigens auch deutlich, daß dieses der Kohle eigenthümliche Vermögen nicht von dem Stickstoffgehalt der Kohle abhängig sei, da derselbe auf diese Art daraus genommen, und zur Bildung von Cyankalium verwendet wurde.

Ueber die Art, wie die Kohle zu solchen Endzwecken anzuwenden ist, hat man keine sichern Regeln. Gewöhnlich pflegt man die Flüssigkeiten, denen die Färbung oder der Geruch zu benehmen ist, mit der Kohle, die hiezu frisch ausgeglüht sein muß, zu schütteln, oder auch damit zu digeriren oder selbst zu kochen. — Bereits gebrauchte Kohle hat ihre Wirksamkeit verloren, und erlangt sie durch Ausglühen nicht wieder, da die aufgenommene Substanz in eine metallglänzende, für diese Bestimmung nicht taugliche Kohle umgewandelt ist.

Diese Wirkung der Kohle äußert sich auf Farben organischen Ursprungs, als: Fernambuk, Cochenille, Lackmus, Indigo, die rothe Farbe des Weines, die braune des Salpeters, der Essigsäure und anderer Pflanzensäuren, des Zuckers. Ferner wirkt sie auf verschiedene flüchtige Oehle, auf stinkende Effluvien faulender Körper u. s. w., daher verdorbenes Wasser trinkbar gemacht, der Fuselgeruch dem Weingeiste (herrührend von einem eigenen Oehle) benommen werden kann u. dgl. Diese Wirkung erstreckt sich auch auf unorganische Stoffe, z. B. Kalk wird aus Kalkwasser, verschiedene Salze aus ihren Auflösungen gefällt, z. B. Blei- und Silbersalze, so daß oft die Flüssigkeit keine Spur mehr davon enthält. Die relative Wirksamkeit der Kohle wird nach dem Verhältnisse der entfärbten Volume einer

Indigolösung von einer bestimmten Menge des Farbstoffes angegeben, und hiebei die Entfärbungskraft der Beinkohle als Einheit genommen.

128. Anwendung. Der Diamant ist als werthvoller Edelstein ein Gegenstand des Schmuckes, er dient ferner zum Schneiden des Glases, zum Abdrehen gehärteten Stahles, zum Linienziehen auf Kupferplatten, und endlich das Pulver desselben, Diamantbord, zum Schleifen des Diamanten selbst und anderer Edelsteine.

Der Graphit wird zur Anfertigung von Bleistiften benützt, welche man entweder aus den derben Stücken schneidet, oder aus dem gepulverten Graphit erzeugt, indem man denselben mittelst eines Bindemittels z. B. eines fein geschlemmten Thones, zu einer Masse anmacht; ferner mit Thon gemengt zur Fabrication feuerfester Schmelztiegel, Passauertiegel. Sie halten große Hitze aus, ohne zu schmelzen, und ertragen starke Abwechslung der Temperatur, ohne zu bersten. Sie dienen zum Schmelzen von Kupfer und dessen verschiedener Legirungen, so wie auch der edlen Metalle, wozu sie sich durch die genannten Eigenschaften, so wie auch durch ihre glatte Oberfläche empfehlen, an welcher das Metall sich nicht anhängt; auch Ziegeln, Platten, Töpfe ꝛc. werden daraus gefertigt; zum Schmelzen salziger Materien, des Glases u. s. w. hingegen taugen sie nicht. Graphit dienet auch zum Ueberziehen eiserner Gegenstände (Kanonenkugeln, Oefen), um sie vor Rost zu bewahren, ferner zur Verminderung der Reibung an Maschinen, theils trocken, theils mit Fett versetzt. — Die thierische Kohle dient zum Entfärben von Salzlösungen, die durch Extractivstoff braun gefärbt sind, eben so des Zuckers, des Essigs und anderer Säuren, als: Bernsteinsäure, Weinsteinsäure u. s. w.; ferner, um dem Weingeiste den Fuselgeruch zu benehmen, wozu man insbesondere die mit Salzsäure ausgezogene Knochenkohle, verwendet. Coaks und Holzkohlen dienen als Brennmateriale, zugleich als Reductionsmittel, wie z. B. in Hochöfen bei Darstellung des Eisens aus seinen Erzen; endlich die Holzkohle insbesondere zur Fabrication des Schießpulvers und aller anderer in dieses Gebiet gehörigen Feuerwerkssätze, wovon beim Schießpulver ein Mehres folgen wird. Hieher gehört ferner die Verwendung des Kienrußes, des Glanzrußes u. s. w. zur Anfertigung der Tusche, der Buchdruckerschwärze, lithographischen Tinte u. s. w. (Siehe Verkohlung des Holzes u. s. w.); der Gebrauch ausgeglühter Kohle zur Wegschaffung übelriechender Gasarten, die Anwendung derselben, um Wasser vor Fäulniß zu bewahren, faulendes Wasser wieder trinkbar zu machen. Hieraus folgt die Verkohlung von Pfählen, die in die Erde gegraben, lange aus-

halten sollen; das Einpacken von Fleisch in Kohlenpulver, die Einmengung desselben in die als Zahnpulver gebrauchten Mischungen u. dgl. Kohle verhindert das Rosten des Eisens, daher das Umgeben der in die Erde gesenkten Theile des Blitzableiters mit Kohle u. s. w.

Im unmittelbaren Zusammenhange mit dieser Abhandlung steht die Darstellung der Kohle im Großen und insbesondere zur Pulverfabrication, überhaupt die trockene Destillation organischer Körper, so wie auch deren Verbrennung unter Zutritt der Luft, und die Gewinnung der verschiedenen Nebenproducte in ersterem Falle; dann die Vergleichung der verschiedenen Brennmaterialien in ihrem wärmegebenden Vermögen, ferner die Einrichtung der verschiedenen Feuerungsanstalten, das Nähere der Gasbeleuchtung u. s. w., wovon in der organischen Chemie das Nothwendigste angegeben werden wird.

Verbindungen des Kohlenstoffes.

1. Binäre.

Kohlenstoff und Sauerstoff.

129. Der Kohlenstoff verbindet sich mit dem Sauerstoffe in drei verschiedenen Verhältnissen zu Kohlensäure, kohliger Säure und Kohlenoxydgas.

Kohlensäure, kohlensaures Gas (fixe Luft, Luftsäure, Kreidensäure der Alten), $\ddot{C}$, ist in geringer Menge in der atmosphärischen Luft enthalten. Dieses Gas findet sich ferner in mehren Höhlen (z. B. in der Hundsgrotte bei Neapel), in Bergwerksschachten und Stollen (böser Schwaden), in lange verschlossenen Kellern, Brunnen u. s. w., vom Wasser absorbirt in vielen Mineralwässern (Säuerlingen), in jedem guten Brunnenwasser (hartes Wasser), dann in den Flüssigkeiten, die in verschlossenen Gefäßen die geistige Gährung erlitten haben (Champagnerwein, Flaschenbier), endlich mit Basen in Verbindung, und zwar mit Eisen-, Mangan-, Kupfer-, Zink-, Bleioxyd, mit Baryt, Strontian und vorzüglich in ungeheurer Menge mit Kalk.

Kohlensäure bildet sich als Product des Athmungsprocesses der Menschen und Thiere, der Verbrennung der Kohle und der kohlenstoffhältigen Körper bei hinlänglichem Zutritte der Luft, der trockenen Destillation derselben, der geistigen und faulen Gährung; ferner in Folge der Reduction der Metalloxyde durch Kohle. Sie wird ferner ausgeschieden aus den kohlensauren Salzen durch eine stärkere Säure oder durch bloßes Erhitzen derselben, wobei im ersten Falle ein neues Salz nach der Gattung der angewendeten Säure, im letztern aber die Basis rein zurückbleibt; eine Ausnahme hievon machen die stärksten Basen, welche auf die letztgenannte Art die Säure nicht fahren lassen.

Zur Darstellung des kohlensauren Gases zerlegt man Kreide oder Marmor durch Schwefel- oder Salzsäure, und fängt das sich entwickelnde Gas über Wasser auf, da es von demselben nicht besonders reichlich absorbirt wird; jedoch darf es nicht lange über demselben stehen gelassen werden. Auch füllet man Gläser, mittelst einer bis an den Boden derselben geführten Leitungsröhre, da das größere spec. Gewicht dieses Gases die atmosphärische Luft nach oben austreibt. — Will man aber das Gas vom Wasser u. s. w. absorbiren lassen, z. B. zur Darstellung künstlicher Mineralwässer, so muß das von den mitgerissenen Dämpfen der Säure, besonders wenn Salzsäure angewendet wurde, abgewaschene Gas durch eine eigene Vorrichtung in dem Wasser verdichtet werden, indem es sonst bei gewöhnlicher Temperatur nur ein gleiches Volumen des Gases aufzunehmen im Stande ist, wogegen durch Hilfe niedrigerer Temperatur und anderer die Dichtigkeit des Gases und die gegenseitige Berührung vermehrender Vorrichtungen die Absorption bis auf das 6fache gesteigert werden kann.

Die Kohlensäure ist ein farbloses, coercibles Gas, von einem eigenen stechenden Geruche und einem säuerlichen Geschmacke, in der Dichte von 1.524. Es ist selbst nicht brennbar, wie es schon aus der Abwesenheit einer höhern Oxydationsstufe des Kohlenstoffes hervorgeht, kann auch das Verbrennen anderer Körper, so wie den Athmungsproceß lebender Wesen nicht nur nicht unterhalten, sondern übt auch einen positiv nachtheiligen Einfluß darauf aus. Brennende Körper verlöschen daher augenblicklich in demselben, und lebende Wesen ersticken. Die atmosphärische Luft soll jedoch 0.05 dem Volumen nach enthalten können, ohne schädlich zu werden. — Das kohlensaure Gas wird durch einen Druck von 36 Atmosphären bei 0° zu einer wasserklaren mächtig verdampfenden Flüssigkeit condensirt; läßt man diese flüssige Säure, wenn man von derselben eine hinreichende Menge in einen schmiedeisernen Cilinder angesammelt hat, durch eine enge Röhre ausströmen, so wird durch die Verdünstung des einen Theils, der andere Theil gefrieren, d. i. in den starren Zustand übergehen, in Form einer weißen, weichen, dem Schnee ähnlichen Masse, welche nun nur ganz langsam verdampft, indem eben dadurch der noch vorhandene Theil auf der erforderlichen niedrigen Temperatur erhalten wird. Auch Stickoxydulgas ist bereits auf eine ähnliche Weise in den starren Zustand überführt worden. — Das mit Kohlensäure gesättigte Wasser hat einen schwach säuerlichen Geschmack, verliert leicht seine Kohlensäure, daher das Perlen und Schäumen derlei Wässer und anderer Flüssigkeiten. Die Eigenschaften des viel weniger Kohlensäure enthaltenden harten Wassers sind bereits früher (76.) angeführt worden.

Kohlensäure ist eine schwache Säure, wird von den meisten andern Säuren aus ihren Verbindungen ausgetrieben, röthet Lackmus, doch verschwindet diese Röthung mit der Verflüchtigung der Säure. Reine Alkalien und alkalische Erden äußern sehr große Verwandtschaft gegen dieselbe; da Baryt und Kalk in kohlensaurem Zustande unauflöslich sind, so dienen die Auflösungen des reinen Baryts oder Kalkes zur Entdeckung der Kohlensäure, was sie durch einen weißen Niederschlag (der in andern Säuren unter Aufbrausen wieder löslich ist) anzeigen. Um aber aus einem Gasgemenge die Kohlensäure wegzuschaffen, rührt man den Kalk im Wasser zur sogenannten Kalkmilch an, und läßt das Gasgemenge durchstreichen oder schüttelt es damit; ganz im Kleinen bei Versuchen nimmt man diese Wegschaffung durch ätzende Alkalien vor, deren man, ihrer großen Auflöslichkeit wegen, nur kleine Quantitäten benöthigt. Kohlensäure wird in der Glühhitze sowohl von der Kohle, als von andern brennbaren Körpern zu Kohlenoxydgas desoxydirt.

Die Kohlensäure findet Anwendung zur Darstellung des Bleiweißes (kohlensaures Bleioxyd, wovon dort), der künstlichen Mineralwässer u. s. w. Ihre Gegenwart in der atmosphärischen Luft ist für das Leben der Pflanzen unentbehrlich.

An Orten, welche wegen einer Ueberladung mit Kohlensäure verdächtig sind, muß man an einer Stange Licht vor sich hertragen, um umkehren zu können, wenn dasselbe zu verlöschen droht. Doch sichert dieses nicht vollkommen vor Unglück, da nicht jede unathembare Luft zugleich lichtverlöschend ist. Auch kann Luft, wenn sie auch nicht augenblickliche Betäubung verursachet, noch weniger eine Kerzenflamme darin verlöschet, dennoch beunruhigende Zufälle hervorbringen, wenn sie stundenlange eingeathmet wird. Um die Kohlensäure aus derlei Räumen, z. B. Kellern, worin Gährung statt gefunden, hinwegzuschaffen, empfiehlt man Kalk, der durch Bespritzen mit Wasser zu Pulver zerfallen ist, oder selbst dünnen Kalkbrei in sehr flachen Gefäßen, in dieselben zu stellen und durch eigene Vorrichtungen öfters umzurühren. Viel schneller wirksam ist eine Auflösung von ätzendem Ammoniak (in 16 Theilen Wasser), welche man auf diese Art in den mit Kohlensäure gefüllten Raum mittelst einer Handfeuerspritze bringt. Um sich aber auch auf einige Zeit in derlei Räume, welche mit irrespirablen Luftarten, wie sie bei der Verbrennung des Schießpulvers resultiren (Kohlensäure und Stickgas), ohne Gefahr und mit voller Beruhigung begeben zu können, so hat man beim k. k. Mineur-Corps im Jahre 1830 einen eigenen sogenannten Rettungsapparat eingeführt. Derselbe besteht aus einem Luftbehälter und einer Maske, Fig. 17. Die Maske A ist (nach der ersten Einrichtung) eine mit Leinwand gefütterte Kappe aus Ziegenleder, welche den ganzen Kopf eines Menschen faßt, und mittelst schirmähnlicher Lappen den Hals umschließt, wozu sie durch Zusammenschnallen zweier breiten, daran angebrachten Bänder,

um denselben, so fest als man eine Halsbinde zu tragen gewohnt ist, angedrückt werden. In der Gegend der Augen sind Gläser, a, luftdicht eingesetzt, und in der Mundgegend ein Beutel oder eine Tasche (110 Kb. Zoll in aufgeblasenem Zustande) angebracht, wodurch eine größere Menge von der aus dem Behälter eindringenden Luft zu Gebote stehet. An der Vorderseite der Tasche ist ferner eine messingene Klappe b eingenäht, um bei schon aufgesetzter Kappe durch dieselbe äußere Luft zur Ersparung der comprimirten einathmen zu können, und welche daher erst, wenn man in den ungesunden Raum wirklich eintritt, geschlossen wird; an der Hinterseite dieses Beutels endlich ist ein kurzer Luftschlauch c befestiget, welcher mit dem Luftbehälter in Verbindung gesetzt wird. In demselben ist eine durch einen Korb gegen eine Verstopfung gesicherte Pfeife angebracht, welche durch die Luft des Behälters angeblasen, die Bürgschaft für das wirkliche Einströmen leistet; zugleich gibt sie durch das allmäliche Tieferwerden des Tones in Folge abnehmender Luftexpansion die Anleitung, den Hahn nach und nach in dem Maße zu öffnen, daß derselbe auf seiner anfänglichen Höhe bleibe. Diese Pfeife ist in einer oben offenen, unten am Boden mit einem excentrischen Ausschnitte versehenen Röhre excentrisch befestiget, wozu ihre richtige Stellung vorher durch Versuche ausgemittelt werden muß; dieses ist aus der Ursache nothwendig, weil sonst bei zu hoher Expansion die Strömung der Luft so stark werden kann, daß sich die Pfeife überpfeift, wodurch der Mann, in der irrigen Meinung, es mangle an Luft, zu einer unnützen Luftverschwendung durch größeres Oeffnen des Hahnes verleitet werden würde.

Der Luftbehälter B ist eine luftdicht genietete Flasche von Eisenblech in der Stärke von 1 W. Linie, welche die Form eines an beiden Enden halbkugelförmig abgerundeten Cilinders von 13 Zoll Länge und 6 Zoll Durchmesser hat, wodurch ein Kubikinhalt von mehr als $1/_6$ Kb. F. erhalten wird. (Jede Flasche wird auf einen Druck von 60 Atmosphären geprüft, um sicher zu sein, daß sie der für den Gebrauch bestimmten Expansion von 20 Atmosphären ohne Gefahr des Zerreißens Widerstand leiste.) An der einen Halbkugel befindet sich eine messingene Mutter d, mittelst welcher dieselbe zum Behufe der Füllung mit Luft auf eine dazu eingerichtete Compressionspumpe aufgeschraubt wird; innerhalb derselben ist ein für das Eintreten der Luft nach einwärts sich öffnendes Ventil, das der comprimirten Luft den Ausweg nach außen verschließt, wozu auch diese Schraubenmutter noch überdieß mit einem Schraubenstöpsel geschlossen werden kann. An der Schraubenmutter e der andern Halbkugel sind 2 Röhren, einander gegenüber so angelöthet und gebogen, daß wenn der Mann die Flasche am Rücken mittelst Tragriemen hängen hat, diese beiden Röhren über die Achseln greifen und sich vorne unter dem Halse in einem Messinggehäuse vereinigen. Die eine dieser Röhren dienet, die Luft aus der Flasche in die den Kopf einhüllende Maske zu leiten, wozu der am Beutel befindliche Luftschlauch mit diesem Messinggehäuse zusammengeschraubt, der Hahn dieses letzteren aber geöffnet werden muß; die andere ist voll gegossen und dient der ersten als Gegengewicht.

Den vorgenommenen Proben zu Folge kann ein mit diesem Apparate ausgerüsteter Mann, wenn er nur einigermaßen mit der Regulirung des Hahnes umzugehen weiß, ohne mindeste Beschwerde im Athmen, in einem mit Pulvergas und Rauch erfüllten Raum 35 Minuten aushalten, woraus man für die ungünstigsten Fälle 15 bis 20 Minuten als die Zeit der vollen Sicherheit anzunehmen sich berechtigt fand. — Versuche, welche in einem Minengange von 5 Klafter Länge und 1100 Kb. Schuh Inhalt angestellt wurden, und wobei man das zu schnelle Entweichen von Gas und Rauch aus 5 Pf. Pulver durch eine mit Filz am Rande belegte, gut schließende Thüre, zu verhindern suchte, zeigten die volle Brauchbarkeit dieses Apparates.

Man versuchte Minengänge auch durch Ventilation zu reinigen. Zu diesem Zwecke führte man aus dem hintersten Ende eines Minenganges einen hölzernen Schlauch, bog ihn an dem Eingange längs der Contrescarpe gerade nach aufwärts, und ließ denselben in eine eiserne Röhre ausgehend, über den Feuerraum eines im bedeckten Wege am Rande der Contrescarpe erbauten Ofens einmünden. Die Luftsäule in der, in den Ofen hineinreichenden Röhre wird erwärmt, steigt nach aufwärts, und wird durch die nachfolgende aus der Röhre ersetzt, wodurch auch die Luft aus der Gallerie nachzutreten gezwungen wird, was man so lange dauern läßt, bis alle irrespirable Luft des Minenganges auf diesem Wege hinausgeschafft, und durch neue ersetzt ist. Daß der hölzerne Schlauch bis an das hintere Ende der Gallerie reichen muß, um den ganzen Gang zu reinigen, und daß das Ende desselben, die eiserne Röhre, über und nicht unter dem Feuerraume einmünden muß, wegen der nicht comburirenden Eigenschaft des Gases, sind wesentliche Bedingnisse, die sich leicht von selbst verstehen.

Kohlige Säure $\ddot{C}$. Da diese Säure auch im Pflanzenreiche unter dem Namen Kleesäure gebildet, vorkommt, so wird das Nähere unter den Pflanzensäuren besprochen werden. — Durch rauchende Schwefelsäure zerfällt diese im starren Zustande vorkommende Säure in ein Gemenge von kohlensaurem und Kohlenoxydgas.

130. **Kohlenstoffoxyd, Kohlenoxydgas**, $\dot{C}$. Dieses in der Natur nicht schon gebildete Gas erzeugt sich, wie das kohlensaure Gas bei der trockenen Destillation der organischen Körper, ferner beim Verbrennen der Kohle und kohlenstoffhältiger Körper bei sparsamem Zutritt der Luft, so wie auch bei der Reduction der Metalloxyde mittelst überschüssiger Kohle, was aus dem Verhalten der Kohlensäure zur Kohle in der Glühhitze hervorgeht. Es entbindet sich daher auch, wenn kohlensaure Erden, welche die Kohlensäure durch bloßes Glühen nicht fahren lassen, mit Kohle geglüht werden.

Um es darzustellen, bedient man sich des zuletzt ausgesprochenen Mittels, und glühet wohl getrocknete Kreide oder Marmor, welche man

vorher gepulvert, und mit frisch ausgeglühter Kohle gemengt hat. Da dieses Gas nur in kleinen Mengen zu Versuchen über seine Eigenschaften dargestellt wird, so kann man es auch durch Zersetzung der Kleesäure oder des 2fach kleesauren Kali mittelst rauchender Schwefelsäure erzeugen, wobei man die gleichzeitig entwickelte Kohlensäure durch Kali wegschaffen muß.

Das Kohlenoxydgas ist ein farbloses, permanentes Gas, ohne Geruch und Geschmack, in der Dichte von 0.97. Es wirkt giftig, erregt selbst mit atmosphärischer Luft eingeathmet, Schwindel und Ohnmacht. Entzündet, verbrennt es mit hellblauer, wenig leuchtender Flamme zu Kohlensäure. Eben so zeigt es seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe, wenn es über glühende Oxyde, z. B. des Eisens, Zinks u. s. w. geleitet wird, indem es dieselben reducirend, in Kohlensäure übergeht. Mit Basen geht es nicht in Verbindung, spielt daher nicht die Rolle einer Säure.

Dieses Gas bildet sich, wenn stark glühende Kohlen einen zu geringen Luftzutritt erhalten, was z. B. der Fall ist, wenn man mit glühenden Kohlen gefüllte Töpfe in das Zimmer stellet, wie es oft zum Erwärmen oder zu andern häuslichen Erfordernissen geschieht, wo unbehagliches Gefühl und Kopfweh die nächsten Folgen für die darin befindlichen Personen sind. Nicht zu verwechseln ist dieses Gas jedoch mit denjenigen Miasmen, welche, wenn die Klappe eines Ofens zu früh geschlossen wird, aus dem nicht vollkommen in Kohle umgeänderten Brennmateriale, z. B. Holz, erzeugt werden (Kohlendampf).

Kohlenoxyd und Chlorgas verbinden sich unter dem Einflusse des directen Sonnenlichtes zu einer eigenen Gasart, die mit dem Namen **Phosgengas**, am Lichte erzeugtes Gas, belegt wird. — Die in der Natur vorkommende **Honigsteinsäure** und die bei der Darstellung des Kaliums sich erzeugende **Kroksäure** werden theils für Oxydationsstufen des Kohlenstoffes, theils für abgeleitete Verbindungen von Kohlenoxyd gehalten, welches letztere überhaupt als Radical für eine Reihe von Verbindungen angenommen wird.

Kohlenstoff und Wasserstoff.

131. Der Kohlenstoff kann sich mit dem Wasserstoffe in mehren verschiedenen Verhältnissen verbinden. Hier werden nur die beiden im gasförmigen Zustande vorkommenden Verbindungen angeführt.

a. **Kohlenwasserstoffgas mit dem kleineren Gehalte an Kohlenstoff**, CH^2, (**Sumpfluft**, **Grubengas**). Dieses Gas erzeugt sich bei der Zersetzung organischer Körper durch die trockene Destillation.

Zur Darstellung desselben bringt man Alkohol in einer Retorte zum Sieden, und leitet die sich entwickelnden Dämpfe durch eine glühende Porzellanröhre, die zur Vervielfältigung der Berührungspunkte mit Quarzstückchen gefüllt ist. Auch das durch trockene Destillation der Steinkohlen

erhaltene Gas ist, wenn es nochmal durch eine glühende Röhre geleitet und dann durch Kalkmilch durchstreichen gelassen wird, größtentheils Kohlenwasserstoffgas mit dem kleineren Gehalte an Kohlenstoff. In beiden Fällen enthält es auch Kohlenoxydgas, von dem es nur schwierig zu befreien ist. Ferner entweicht dieses Gas aus stehenden Gewässern, wo organische Ueberreste faulen, beim Aufrühren des Schlammes, daher man es an solchen Stellen in umgekehrten mit Wasser gefüllten Flaschen, in deren Hals man unter Wasser einen Trichter gesteckt hat, auffangen kann.

Das erhaltene Gas ist farblos, irrespirabel, ohne Geruch, in der Dichte von 0.559. Es unterhält das Verbrennen anderer Körper nicht, ist aber selbst brennbar; es verbrennt das doppelte Volum Sauerstoffgas verzehrend mit matter, gelblicher Flamme und geringer Lichtintensität, wobei sich Kohlensäure und Wasser bildet. Es hat keine sauren Eigenschaften, wie andere Wasserstoffverbindungen. Durch wiederholte elektrische Schläge wird es zersetzt; dasselbe erfolgt auch, wenn man es in einer stark glühenden Röhre öfters hin- und herstreichen läßt.

Dieses Gas dringet an manchen Stellen aus der Erde hervor, als am nördlichen Abhange der Appenninen bei Velleja, Pietromala, in Siebenbürgen bei Kis-Saros u. s. w. Man pflegt an jenen Orten das Gas anzuzünden, und benützt die dabei entwickelte Hitze zu ökonomischen und technischen Zwecken, als zum Kalkbrennen, zum Betriebe der Töpfereien u. s. w. Es findet sich ferner in Steinkohlengruben, wo es aus den bloß gelegt werdenden Klüften oft in sehr reichlicher Menge tagelang hervorströmt. Durch die Vermischung mit der atmosphärischen Luft bildet sich ein Gasgemenge, das durch die Grubenlichter der Arbeiter entzündet, sehr gefährliche Explosionen verursacht (schlagende Wetter, feuriger Schwaden), wogegen Davy die (62.) erwähnte Sicherheitslampe eingeführt hatte. — Zur Reinigung der Gruben von diesem Gasgemenge wendet man gegenwärtig auch die Ventilation auf ähnliche Art an, wie oben bei der Kohlensäure erwähnt wurde; nur läßt man das Gas in diesem Falle nicht über, sondern unter dem Roste eintreten, wodurch es mit verbrennt. Damit aber nicht die über dem Roste vorhandene Flamme nach abwärts bis in die Grube selbst sich fort verpflanze, so werden in das Rohr, welches den Wetterschacht mit dem Aschenherde verbindet, enge Gitter nach dem gerade erwähnten Principe eingelegt.

b. **Kohlenwasserstoffgas in dem größern Gehalte des Kohlenstoffes, öhlbildendes Gas**, CH. Auch dieses Gas erzeugt sich bei der trockenen Destillation organischer Körper, vorzüglich fetter Oehle, Steinkohlen u. s. w. gemengt mit Kohlensäure, Kohlenoxydgas und dem vorigen Kohlenwasserstoffgase. — Schnell und sehr rein wird es erhalten, wenn man eine Mischung von Alkohol mit vier Theilen concen-

trirter Schwefelsäure langsam erwärmt. Die Schwefelsäure eignet sich, vermöge ihrer großen Verwandtschaft zum Wasser, nicht nur das vom Alkohol gebundene Wasser an, sondern bildet sich dasselbe auch aus dessen Bestandtheilen ($C^2H^3O = 2CH + HO$), wodurch die in Rede stehende Kohlenwasserstoffverbindung übrig bleibt und als Gas davon geht. Gelindes Erwärmen befördert die Gasentwicklung, bis endlich auch eine Reaction des Gases auf die Schwefelsäure eintritt, wodurch Kohlensäure und schweflige Säure entsteht, und eine kohlige Masse abgeschieden wird.

Dieses Kohlenwasserstoffgas ist an Farblosigkeit, Unfähigkeit, den Lebens- und Verbrennungsproceß zu unterhalten, und an der Abwesenheit saurer Eigenschaften dem vorigen ähnlich, unterscheidet sich aber durch eine größere Dichtigkeit, die hier 0.98 ist, und durch die weiße, hellleuchtende Flamme, mit der dieses Gas verbrennt. Leitet man es durch glühende Röhren, so wird es zersetzt, entweder zum Theil, indem es auf die vorige Verbindungsstufe zurückkehrt, oder ganz, indem freies Wasserstoffgas erscheint; in jedem Falle wird Kohle in der Röhre abgesetzt. Besonders charakteristisch für dieses Gas ist die Reaction des Chlors auf dasselbe. Chlor vereinigt sich nämlich mit diesem Gase zu einer öhlartigen Flüssigkeit, Chloräther, daher auch sein Name ö h l b i l d e n d e s G a s.

Das öhlbildende Gas gemengt mit dem vorigen und mit freiem Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas findet seine Hauptanwendung zur Gasbeleuchtung, wozu es aus Steinkohlen oder geringeren Sorten fetter Oehle entwickelt wird (Steinkohlen- oder Oehlgas, Leuchtgas). Das öhlbildende Gas wird auch mit 3 Vol. Sauerstoffgas gemengt im Knallgasgebläse gebraucht; es ist weniger leicht entzündlich, als dasjenige, wozu reines Wasserstoffgas genommen wird, und gestattet ohne Gefahr einer Explosion, ein weiteres Ausmündungsrohr.

Außer diesen beiden Verbindungen des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoffe gibt es noch mehre andere, wovon einige dieselbe procentische Zusammensetzung, wie das öhlbildende Gas haben, und deren Abhandlung eigentlich in die organische Chemie gehört, da sie entweder Producte dieses Reiches sind, oder doch durch Zersetzung organischer Substanzen erzeugt werden. Hieher gehören Naphtha oder Steinöhl, Naphthaline (bei der Destillation der Steinkohlen gebildet), Terpentinöhl, Citronenöhl, die feste Substanz aus dem Rosenöhle u. s. w., ferner eine öhlartige Flüssigkeit, die bei der Compression des Leuchtgases (siehe dort) erhalten wird.

Kohlenstoff und Schwefel.

140. Diese in der Natur nicht gebildet vorkommende Verbindung wird auf directem Wege erhalten, wenn Schwefel in Dampfform über glühende Kohle geleitet wird.

Der Schwefel wird hiezu in Stücken in eine etwas geneigte, durch einen Ofen gelegte Porzellanröhre, die mit Kohlenstückchen gefüllt und in starker Glühhitze erhalten wird, durch ihr oberes verschließbare Ende in kleinen Portionen eingetragen, schmilzt durch die nahe Hitze, und kommt in Dampfform mit der Kohle in Berührung. Die dadurch entstehende Verbindung von Schwefelkohlenstoff geht dampfförmig davon, und wird in der sehr kalt gehaltenen Vorlage, welche mit dem andern Ende der Röhre in Verbindung gesetzt ist, unter Wasser gesammelt. Statt einer Porzellanröhre kann man sich auch eines Retorten ähnlichen Destillationsgefäßes von der Einrichtung bedienen, daß durch den Tubulus desselben eine oben verschließbare Röhre bis an den Boden des Gefäßes zum Eintragen des Schwefels eingesetzt ist. Von aufgelöstem überschüssigem Schwefel, wodurch er gelb gefärbt erscheint, wird er durch vorsichtige Destillation gereiniget. Schwefelkohlenstoff ist auch ein Product der trockenen Destillation organischer, Schwefel enthaltender Körper.

Schwefelkohlenstoff, S^2C, auch Schwefelalkohol, ist eine vollkommen farblose, das Licht sehr stark brechende Flüssigkeit, von scharfem Geschmacke und unangenehmem Geruche, in der Dichte von 1.27. — Er ist sehr flüchtig, bringt daher durch sein Verdampfen sehr große Kältegrade hervor (unter der Luftpumpe bis — 36°), kocht schon bei + 36°, ist aber bei keinem bekannten Kältegrade zum Erstarren zu bringen. Schwefelkohlenstoff ist sehr leicht entzündlich, wegen seiner Flüchtigkeit kann er schon aus einiger Entfernung entzündet werden; er verbrennt mit blauer Flamme, schweflige Säure und Kohlensäure bildend. Wasser löset denselben nicht auf, wohl aber Alkohol und Aether. Selbst ist er ein Auflösungsmittel für Schwefel, Phosphor, Jod, Kampher, Harze u. s. w. Mit flüchtigen Oehlen läßt er sich ebenfalls vermengen. — Unter Wasser längere Zeit aufbewahrt, färbt er sich gelb, das Wasser enthält dann Schwefelsäure, die Luft darüber Kohlensäure. — Ueber glühende Metalle geleitet, wird er zersetzt, und das Metall hiedurch geschwefelt. Schwefelkohlenstoff geht als negative Schwefelverbindung (Sulfid) mit andern positiven Schwefelverbindungen (Sulfureten) in weitere Verbindung zu Schwefelsalzen.

Nebst dem, daß der Schwefelalkohol zur Lösung verschiedener Stoffe dienet, kann er auch zur Trennung des Schwefels von der Kohle, in dem bei der Analyse des Schießpulvers durch das Auslaugen erhaltenen Gemenge beider angewendet werden.

Kohlenstoff und Stickstoff.

141. Obwohl es Verbindungen des Kohlenstoffes von verschiedenem Stickstoffgehalte gibt, worunter jede thierische Kohle gehört, so ist doch nur die unter dem Namen Cyan bekannte, eine bestimmt proportionirte und vollständig untersuchte Zusammensetzung. Den Namen Cyan, Blaustoff, Cyanogen, erhielt dieser Körper, da er als ein Bestandtheil des Berlinerblaues erkannt wurde. Die Zusammensetzung und Bezeichnung desselben ist durch NC, oder bequemer durch ein eigenes Zeichen Cy, ausgedrückt, da er vorzugsweise als Doppelatom mit andern Körpern sich vereiniget.

Das Cyan kommt in der Natur nicht schon gebildet vor; erzeugt sich auch nicht durch unmittelbare Vereinigung der Bestandtheile, sondern nur, wenn Stickstoff im Entstehungsmomente mit Kohlenstoff in Berührung kommt, bei gleichzeitiger Anwesenheit eines kräftigen Radicals oder einer starken Basis, die ihr Radical zur Verbindung gibt, z. B. beim Glühen thierischer Stoffe mit Kali, woraus Cyankalium entsteht.

Die Darstellung des Cyans, das in Gasform erscheint, geschieht durch bloße Erhitzung des Cyanquecksilbers (auf ähnliche Weise wie die des Sauerstoffgases aus dem Quecksilberoxyde). Quecksilber destillirt in eine Vorlage über und das gasförmige Cyan wird über der Quecksilberwanne aufgefangen. Eigentlich sollte auch hier kein Rückstand bleiben, man findet jedoch gewöhnlich stickstoffhältige Kohle in der Retorte; ein kleiner Theil des Cyanquecksilbers wird unzersetzt sublimirt. Ist dasselbe nicht vollkommen trocken, so wird das Cyangas durch andere Gase (kohlensaures und cyanwasserstoffsaures Gas) verunreiniget.

Das Cyangas ist ein farbloses, durch den Druck von $3^2/_3$ bis 4 Atmosphären coercibles Gas, in der Dichte von 1.8, hat einen eigenthümlichen, durchdringenden Geruch, Nase und Augen reitzend. Es kann in Berührung mit der Luft entzündet werden, wobei es mit bläulicher, mit Purpurroth gemengter Flamme zu Kohlensäure verbrennt und Stickstoffgas frei gibt. Das Cyangas wird für sich durch bloße Hitze nicht zersetzt, wohl aber durch den elektrischen Funken, durch weißglühendes Eisen, auch durch glühende Metalloxyde.

Das Wasser absorbirt von diesem Gase das $4^1/_2$fache, und Alkohol das 23fache seines Volums. Diese Auflösungen, besonders die erstere, entmischet sich allmälich und setzet eine schwarzbraune Materie ab, wobei sich kohlensaures Ammoniak bildet.

Das Cyan als ein zusammengesetzter Körper, ist merkwürdig, weil es sich gleich den einfachen Salzbildern, Chlor, Fluor u. s. w. mit andern einfachen Körpern verbindet; es bildet zwei Sauerstoffsäuren, eine Wasserstoffsäure, gibt mit dem Schwefel Schwefelcyan und geht mit den Metallen zu Cyanmetallen (Cyanüre und Cyanide, Haloidsalze) in Verbindung, was wohl meistens auf mittelbarem Wege statt findet, zuweilen aber auch directe, und wie es beim Kalium der Fall ist, sogar unter Feuererscheinung.

2. Ternäre.

Säuren mit zusammengesetztem Radicale.

A. Verbindungen des Cyans.

142. Mit Sauerstoff. Cyan läßt sich zwar mit dem Sauerstoffe nicht durch directe Vereinigung zusammensetzen, bildet jedoch mit demselben eine Säure, welche ohne Veränderung in ihrer Zusammensetzung, in zwei verschiedenen Modificationen erscheinet, die man durch die Namen Cyansäure und Knallsäure von einander unterscheidet.

Cyansäure, $\dot{C}y$. Leitet man Cyangas in eine Auflösung von Kali, so entsteht Cyankalium und cyansaures Kali, gerade derselbe Erfolg, der bei der Wechselwirkung von Chlor und Kali statt findet. Aus dem cyansauren Kali (dessen Darstellung auch auf mehre andere Arten statt findet), kann man die Cyansäure auf andere Basen übertragen, aber nicht mittelst einer stärkern Säure abscheiden, da sie sogleich zersetzt wird. — Man erhält sie jedoch in wasserhaltigem Zustande durch Destillation der trockenen Cyanursäure (siehe unten, Anmerkung) als eine farblose Flüssigkeit von höchst durchdringendem, an den der concentrirten Essigsäure erinnernden Geruch und sehr saurem Geschmack. Ihre Dämpfe reitzen die Augen und bewirken auf der Haut ein Beißen; die Säure selbst in der kleinsten Menge auf die Haut gebracht, erregt sehr schmerzhafte Blasen. Sie verwandelt sich unter 0^0 langsam, über 0^0 rasch und unter Wärmeentwicklung, durch Umsetzung ihrer Elemente in einen weißen festen Körper, unlösliche Cyanursäure. Die geringste Menge nicht chemisch gebundenen Wassers veranlaßt die Bildung von Kohlensäure und Ammoniak, auf Kosten der Bestandtheile der Säure.

Durch Wechselwirkung von Alkohol und salpetersaurer Silberoxyd- oder Quecksilberoxydullösung bilden sich Salze (siehe Knallsilber, Knallquecksilber), deren Säure dieselbe procentische Zusammensetzung, wie die

Cyansäure hat, dem daraus hervorgehenden Salze aber die Eigenschaft ertheilet, durch Erhitzung, so wie durch Stoß und Reibung mit Heftigkeit zu explodiren, was bei den cyansauren Salzen nicht der Fall ist. Man benennet sie daher auch in dieser Modification Knallsäure. Diese Säure läßt sich wohl durch Wahlverwandtschaft auf andere Basen übertragen, z. B. knallsaures Kupferoxyd, auf Alkalien jedoch nur zur Hälfte, wodurch ein Doppelsalz entsteht, z. B. knallsaures Silberoxyd-Kali; versucht man aber dieselbe mittelst einer stärkeren Säure aus dem Salze abzuscheiden, so wird sie zersetzt. Die Zersetzungsproducte, worunter Cyanwasserstoffsäure erscheint, sind aber nicht dieselben, welche die cyansauren Salze unter denselben Umständen liefern.

Die bei der Darstellung der Cyansäure erwähnte Cyanursäure ist eine Zusammensetzung von $C^6N^3O^6H^3$, mithin ganz gleich mit wasserhaltiger Cyansäure, nur in dreifach größerer Zahl der Atome $3\dot{C}y + 3aq$. Sie wird durch trockene Destillation des Harnstoffes, eines Bestandtheiles des Harns erhalten, und gibt, für sich erhitzt, die obige wasserhaltige Cyansäure, die sich wieder in eine weiße feste Masse, eine unlösliche Modification der Cyanursäure umändert.

143. Mit Wasserstoff. Cyanwasserstoffsäure, Hydrocyansäure, Blausäure, CyH, nach Art der Pflanzensäure auch mit $\bar{P}$, von Acidum prussicum, bezeichnet, kommt in der Natur gebildet vor, in Verbindung mit den ätherischen Oehlen der bittern Mandeln, der Kirsch-, Pfirsich- u. s. w. Kerne, in den Blättern des Kirschlorbers.

Die Cyanwasserstoffsäure wird ganz nach Art der übrigen Wasserstoffsäuren aus einem Cyanmetalle mit Hilfe einer wasser- oder wasserstoffhaltigen Säure dargestellt. Hiezu nimmt man Cyanquecksilber und Salzsäure. Die in der sehr kalt gehaltenen Vorlage erhaltene concentrirte Blausäure ist eine farblose Flüssigkeit von starkem, dem der bittern Mandeln ähnlichen Geruche und kühlendem Geschmacke, der ein Kratzen im Schlunde zurückläßt. Sie ist im dampfförmigen Zustande, so wie innerlich genommen, eines der heftigsten Gifte, daher ihre Darstellung besonders gefährlich. Die Blausäure ist sehr flüchtig, so daß durch ihr schnelles Verdünsten ein Theil zum Gefrieren kommt. Sied- und Gefrierpunkt derselben liegen näher, als bei irgend einer andern tropfbaren Flüssigkeit ($+ 21^0$ und $- 12^0$). Concentrirte Blausäure wird sehr leicht entmischt, selbst bei abgehaltener Luft, schneller unter Einfluß von Luft, Licht und Wärme. Es bildet sich Ammoniak und stickstoffhaltige Kohle bleibt zurück. Wasser und Alkohol nehmen dieselbe auf, und in diesem verdünnten Zustande, besonders mit Alkohol, läßt sie sich länger aufbewahren.

Für die Darstellung zu medicinischem Gebrauche gibt es verschiedene Vorschriften, welche zugleich bezwecken, sie stets von gleicher Stärke zu erhalten. — Durch Destillation der Kirschlorberblätter mit Wasser erhält man ebenfalls wässerige Blausäure, die selbst in geringer Menge genommen, den Tod nach sich ziehen kann.

Blausäure geht mit Basen nicht in Verbindung, sondern es bilden sich (so wie es nach Analogie mit den Wasserstoffsäuren der andern Halogene zu erwarten steht) unter Abscheidung von Wasser, Cyanmetalle, Cyanüre und Cyanide, im aufgelösten Zustande wohl auch blausaure Salze genannt, deren Zusammensetzung in der Regel jener der Oxyde oder Chloride desselben Metalls entsprechend ist.

Cyan verbindet sich auch mit dem Schwefel, und bildet ein hellgelbes Pulver, Cy^2S. Diese Verbindung ist ebenfalls ein zusammengesetztes Radical für Metalle und für Wasserstoff, mit welchen es Schwefelcyanwasserstoffsäure (Schwefelblausäure) und Schwefelcyanmetalle (auch schwefelblausaure Metalloxyde genannt) bildet.

B. Pflanzensäuren.

144. Pflanzensäuren sind diejenigen Verbindungen organischen Ursprungs, welche die für Säuren angegebene Reaction ausüben und sich mit Basen zu Salzen, denen der Mineralsäuren analog, verbinden. Obwohl die Abhandlung derselben in das Gebiet der organischen Chemie gehört, so ist es doch nicht unpassend, einige der wichtigsten derselben gleich hier aufzuzählen, um auch die Salze derselben mit den Salzen der unorganischen Säuren bei jedem einzelnen Metalle zusammenstellen zu können.

Als Radical der Pflanzensäuren sieht man die Kohlenwasserstoffverbindung an, welche in wechselndem Verhältnisse der Bestandtheile denselben zu Grunde liegt. Ein und dasselbe Radical d. h. dieselbe bestimmte Kohlenwasserstoffverbindung hat aber nicht mehre Oxydationsstufen, worin der Sauerstoff im ähnlichen multiplen Verhältnisse zunimmt, wie es bei den unorganischen Säuren und Verbindungen überhaupt der Fall war; man kann vielmehr die Menge des Sauerstoffes in denselben nicht ändern, ohne nicht das Verhältniß der Bestandtheile des Radicals zugleich mit abzuändern, und einen ganz neuen Körper hervorzubringen. Wohl aber geht eine Säure leicht in eine andere über, indem durch chemische Agentien, durch Selbstentmischung u. s. w. dieses Verhältniß der Bestandtheile leicht geändert wird; z. B. Aepfelsäure geht durch Salpetersäure in Kleesäure über u. dgl. — Die Pflanzensäuren werden durch die Hitze zerstört, und liefern, vor dem Zutritte der atmosphärischen Luft geschützt,

die Producte der trockenen Destillation, wie die übrigen Pflanzenkörper, unter denen sich, als flüssige Producte, neue Säuren (sogenannte brenzliche Säuren) befinden; in Berührung mit der Atmosphäre erhitzt, nehmen sie noch so viel Sauerstoff auf, um zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen. — Im aufgelösten Zustande unterliegen sie der Selbstentmischung.

Nicht alle Pflanzensäuren enthalten die drei genannten Bestandtheile; so ist Kleesäure nur eine binäre Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, Blausäure hingegen, die ebenfalls gebildet in Pflanzenkörpern sich vorfindet, enthält keinen Sauerstoff, wohl aber Stickstoff. Auch einige im Thierreiche vorkommende Säuren sind aus denselben drei Bestandtheilen zusammengesetzt, als Ameisensäure, Milchsäure; viele der in das Thierreich gehörigen aber enthalten noch überdieß Stickstoff (quaternäre Verbindungen).

Die Pflanzensäuren kommen entweder schon fertig gebildet in den organischen Körpern vor, oder sie werden erst nach ihrem Absterben auf irgend eine Weise erzeugt. Essigsäure, Weinsteinsäure, Kleesäure, Aepfelsäure finden sich in dem Safte verschiedener Pflanzen; erstere wird aber auch durch trockene Destillation der Pflanzenstoffe erzeugt, letztere beide durch Einwirkung der Salpetersäure auf Zucker u. s. w.

Die Bezeichnung der Pflanzensäuren geschieht, so wie die der frühern ternären Verbindungen durch Zusammenstellung der Zeichen ihrer Elemente, oder auch durch den Anfangsbuchstaben ihres lateinischen Namens mit darüber angebrachtem Querstriche, wie es die nachfolgenden Beispiele zeigen.

145. Essigsäure (Acidum aceticum), $\bar{A} = C^4 H^6 O^3$. Diese Säure findet sich in verschiedenen Pflanzen schon gebildet vor; sie erzeugt sich bei der sauren Gährung geistiger Flüssigkeiten (gewöhnlicher Essig) und bei der trockenen Destillation organischer Substanzen, daher sie auch bei der Verkohlung des Holzes als Nebenproduct gewonnen wird (Holzessig). Von beiden Arten des Essigs wird in der organischen Chemie das Nähere folgen und hier nur von der Darstellung der Essigsäure im vollkommen reinen Zustande gesprochen.

Zu diesem Zwecke sättigt man den auf eine der genannten Arten erhaltenen Essig mit Basen, als Kali, Natron, Bleioxyd, läßt die Salze krystallisiren, reiniget sie durch mäßiges Erhitzen zur Verflüchtiguug und Zerstörung der brenzlichen flüchtigen Antheile oder durch Behandlung mit thierischer Kohle und destillirt sodann von dem mit Schwefelsäure nach dem stöchiometrischen Verhältnisse übergossenen essigsauren Salze die Essigsäure ab.

Je nachdem man die Salze früher durch mäßige Erwärmung oder unter der Glocke der Luftpumpe von ihrem Krystallwasser ganz oder zum Theil befreiet hat, und die Schwefelsäure concentrirt anwendet oder nicht, erhält man auch die Essigsäure entweder ganz concentrirt oder verdünnt. Ist bei der Darstellung der concentrirten Essigsäure die Hitze zu groß, so wird ein Theil der Essigsäure zersetzt, und liefert Essiggeist. Verunreinigung mit schwefliger Säure wird durch Schütteln mit braunem Bleioxyd hinweggeschafft, indem sich hiedurch unlösliches, schwefelsaures Bleioxyd bildet; danach muß aber, um nicht auch einen Theil essigsaures Bleioxyd aufgelöst zu erhalten, die Säure durch nochmalige Destillation rectificirt werden. Statt concentrirte Schwefelsäure anzuwenden, kann man das essigsaure Salz auch mit der äquivalenten Menge an gepulvertem 2fach schwefelsaurem Kali vermengen. Auch durch Gefrieren des gewöhnlichen, durch Destillation gereinigten Essigs, erhält man einen an Säure reichern Essig.

Die concentrirte Essigsäure, auch Westendorfer- oder Radicalessig genannt, enthält 1 At. Wasser (14.9 Proc.), welches ihr, ohne sie zu zersetzen, nicht genommen werden kann. In diesem Zustande ist sie eine farblose, wasseranziehende Flüssigkeit von scharf saurem Geschmacke und durchdringendem Geruche. Sie kocht bei 96° und erstarrt bei — 4° zu einer blätterigen Masse. Erhitzt entzündet sie sich und verbrennt mit blauer Flamme. Dieses Essigsäurehydrat, welches eine Dichte von 1.063 hat, nimmt durch Zusatz von mehr Wasser unter Wärmeentwicklung an Dichte zu, bis sie 1.079 zeigend, in 100 Theilen 77.2 Säurehydrat und 22.8 neu aufgenommenes Wasser enthält, was 3 At. entspricht. Ihr Siedpunkt sinkt dadurch in die Nähe des vom Wasser, daher auch verdünnte Säure oder gewöhnlicher Essig durch Destillation nicht concentrirt werden kann. Noch mehr zugesetztes Wasser wirkt sodann nur verdünnend und vermindert deren Dichte, so daß sie, wenn sie wieder die Dichte von 1.063 erreicht hat, aus 45 höchst concentrirtem Essigsäurehydrat und 55 Wasser besteht. Der Gehalt an wasserfreier Säure läßt sich daher nicht aus der Dichte der Säure entnehmen, sondern kann nur durch die Menge einer Basis, z. B. Kali, die sie zu sättigen im Stande ist, ausgemittelt werden. — In ihren Salzen erkennt man die Essigsäure an dem charakteristischen Geruche, den sie mit Schwefelsäure übergossen entwickeln.

Die Essigsäure ist ein Auflösungsmittel mancher organischen Stoffe, als: ätherischer Oehle, Pigmente, Kampher u. s. w. Sie dient für sich als Riechmittel bei ansteckenden Seuchen und zur Wiederbelebung von Ohnmächtigen, wozu man auch 2fach schwefelsaures Kali mit concentrirter Essigsäure übergossen anwendet.

146. **Kleesäure, Oxalsäure, Acidum oxalicum**, $\bar{O} = C^2O^3 = \ddot{C}$, deren schon als zweite Oxydationsstufe des Kohlenstoffes, unter dem Namen

kohliger Säure gedacht wurde, findet sich gebildet im Safte mehrer Pflanzen, vorzüglich im Sauerklee mit Kali zu einem sauren Salze verbunden (2fach kleesaures Kali). Um diese Säure daraus zu gewinnen, überträgt man sie auf Bleioxyd und scheidet sie aus diesem unlöslichen kleesauren Bleioxyde durch Schwefelsäure aus. — Häufig bereitet man diese Säure durch Digestion des Zuckers mit 6 Thln. Salpetersäure von der Dichte 1.220. In Folge der statt findenden Zersetzung beider Stoffe entweicht hiebei Kohlensäure und Stickstoffoxydgas, und es bleibt ein Gemenge von Aepfelsäure und Kleesäure, wovon beim Erkalten letztere heraus krystallisirt. Durch abermaliges Auflösen und Umkrystallisiren wird dieselbe gereinigt. Die zurückbleibende Aepfelsäure gibt mit Salpetersäure, auf gleiche Weise behandelt, noch einen Antheil Kleesäure. Auch Stärkmehl, Holz, Seide u. s. w. geben mit Salpetersäure digerirt, Kleesäure. — Die Kleesäure krystallisirt in farblosen Nadeln mit 3 At. Wasser, ist von scharf saurem Geschmacke, ohne Geruch, löslich in 8 Thln. kalten, 1 Thl. heißen Wassers und 4 Thln. Alkohol; sie bringt innerlich genommen giftige Wirkungen hervor. In warmer Luft verwittern die Krystalle und zerfallen zu einem weißen Pulver, das noch 1 At. Wasser enthält, mit welchem es sich bei besonders vorsichtiger Erhitzung unzersetzt sublimiren läßt. Entzieht man ihr alles Wasser, ohne eine andere Basis darzubieten, nämlich durch Uebergießen mit concentrirter Schwefelsäure, so zerfällt sie in kohlensaures und Kohlenoxydgas (129.). Die Kleesäure gehört zu den starken Säuren und übertrifft in dieser Beziehung die sauerstoffreichere Kohlensäure. Sie ist ein vorzügliches Reagens für Kalkerde, mit welcher sie ein ganz unlösliches Salz bildet.

147. **Weinsteinsäure, Weinsäure**, Acidum tartaricum, $\bar{T} = C^4H^4O^5$, findet sich in den Säften einiger Früchte, besonders der Weintrauben. Man bereitet sie aus dem in den Fässern sich absetzenden Weinsteine, 2fach weinsteinsaures Kali, durch Ausscheidung mittelst Schwefelsäure, nachdem die Säure früher auf Kalk, mit welchem die Schwefelsäure ein unlösliches Salz gibt, übertragen wurde.

Die Weinsteinsäure krystallisirt mit 1 At. Wasser, das nur durch die Verbindung der Säure mit einer Basis entfernt werden kann. Sie hat einen sehr sauren Geschmack, ist leicht im Wasser löslich, schwerer im Alkohol. Die Auflösung erleidet leicht eine Selbstentmischung, indem sie schimmelt. Beim Erhitzen in einer Retorte schmilzt sie anfangs und liefert dann bei der darauf folgenden Zersetzung brenzliche Weinsteinsäure. An der Atmosphäre erhitzt, verbreitet sie einen, dem des gebrannten Zuckers ähnli-

chen Geruch, entzündet sich und brennt mit Flamme. Durch Salpetersäure, Schwefelsäure wird sie in andere Säuren umgewandelt. — Diese Säure dient in der Chemie zur Unterscheidung der Kali- und Natronsalze, indem sie in der concentrirten Auflösung der erstern einen körnig krystallinischen Niederschlag (Weinstein) gibt, was bei letzteren nicht erfolgt.

148. Gerbsäure. Sehr verbreitet im Pflanzenreiche, besonders in Knoppern, Baumrinden und in den Galläpfeln, findet sich ein unter dem Namen Gerbsäure bekannter Stoff, der im Wasser leicht löslich, einen nicht sauren, sondern stark zusammenziehenden Geschmack hat, Leim und Eiweiß aus ihren Auflösungen fällt, und mit der thierischen Haut Leder bildet. Nach der Farbe, mit welcher Eisensalze dadurch gefällt werden, unterscheidet man eisengrünende oder Chinagerbsäure und eisenbläuende oder Eichengerbsäure. Letztere ist es, welche den Gerbproceß der thierischen Haut bedinget. An der Luft geht sie durch Absorption von Sauerstoff unter Schimmelbildung und Exhalation von kohlensaurem Gase in Gallussäure über.

149. Gallussäure, Acidum gallicum, $\bar{G} = C^7H^6O^5$, entsteht auf die gerade genannte Art aus der Eichengerbsäure, kommt aber auch in manchen gerbstoffhaltigen Pflanzenstoffen und dann vielleicht nur durch Einwirkung der Luft fertig gebildet vor. Man stellt sie dar, indem man einen wässerigen Galläpfelauszug mehre Monate der Luft aussetzt, den sich bildenden Schimmel abzieht, und die in grauen Krystallen sich absetzende Gallussäure durch Behandlung mit thierischer Kohle und Umkrystallisiren reinigt. Die Gallussäure erscheint hiedurch in weißen, seidenglänzenden Nadeln, welche 1 Atom Wasser chemisch gebunden halten. Sie gibt mit Eisenoxydsalzen einen dunkelblauen Niederschlag, bildet mit der thierischen Haut nicht Leder. Die wässerige Lösung schimmelt leicht, Humussäure absetzend, in der Hitze verwandelt sie sich in Pyrogallussäure und endlich in Metagallussäure u. s. w.

Die reine Gallussäure wird als chemisches Reagens gebraucht, eben so auch die Galläpfeltinctur. In so ferne in den Galläpfeln, dem Sumach, den Eichenrinden u. dgl. Gerbsäure und Gallussäure zugleich enthalten ist, tragen diese Stoffe auch zum Schwarzfärben, zur Darstellung der Tinte bei, zu welchem Zwecke sie auch verwendet werden.

C. Metalle.

Allgemeine Eigenschaften.

150. Die Metalle bilden die zweite, in Bezug der bereits abgehandelten bei weitem zahlreichere Hauptabtheilung der Elementarstoffe. Sie unterscheiden sich zwar von den nichtmetallischen einfachen Körpern mannigfaltig in ihren physischen und chemischen Eigenschaften, ohne daß jedoch eine strenge Scheidung oder Begrenzung möglich wäre, indem die den Metallen gewöhnlich beigelegten Eigenschaften nicht allen Metallen ohne Ausnahme zukommen, zuweilen auch nicht an den Metallen allein, sondern auch an andern nichtmetallischen Körpern gefunden werden.

Als besonders charakteristische Eigenschaft der Metalle hat man deren Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektricität hervorgehoben; aber selbst diese Fähigkeit, worin die Metalle alle andere Naturkörper weit übertreffen, geht durch feine Zertheilung fast ganz verloren, z. B. beim Aluminium.

In Bezug auf das Leitungsvermögen für die Wärme hat Despretz folgende Reihe aufgestellt:

Gold	1000	Eisen	374.3
Platin	981	Zink	363
Silber	973	Zinn	303.9
Kupfer	898.2	Blei	179.6

In Bezug auf das Leitungsvermögen für Elektricität stehen die Metalle nach Bequerel in nachfolgender Reihe:

Kupfer	100	Eisen	15.8
Gold	93.6	Zinn	15.5
Silber	73.6	Blei	8.3
Zink	28.5	Quecksilber	3.45
Platin	16.4	Kalium	1.33

Wasser leitet 400millionenmal schlechter als das Eisen, dessen Leitungsfähigkeit unter den Metallen gerade nicht das größte ist, und selbst die unter den nichtmetallischen Stoffen am besten leitende Kohle leistet einen mehre tausendmal größeren Widerstand, als das Eisen.

Des Magnetismus fähig sind, außer dem Eisen, nur Kobalt und Nickel vielleicht auch Mangan.

151. Die übrigen physischen Eigenschaften, treten an den verschiedenen Metallen in so verschiedener Stärke hervor, daß dadurch zuweilen selbst eine Grundlage für eine weitere Eintheilung oder Gruppirung derselben gegeben ist.

Der Aggregationszustand aller Metalle ist bei der gewöhnlichen Temperatur, mit der einzigen Ausnahme des erst bei — 31° erstarrenden Quecksilbers, der feste, welcher jedoch bei allen durch mehr oder minder hohe Temperatur in den tropfbar flüssigen und selbst in den gasförmigen überführt werden kann. Schmelzbarkeit ist daher eine allgemeine Eigenschaft der Metalle, findet jedoch in sehr verschiedenem Grade statt.

Es schmelzen nämlich Quecksilber bei — 31°, Kalium und Natrium unter dem Siedpunkte des Wassers. Zinn, Wismuth, Blei, Zink, Antimon zwischen 200° und der anfangenden Rothglühhitze; Kupfer, Silber, Gold ungefähr (nach Daniel) bei 800 bis 900°; Eisen, Nickel nur in anhaltend höchster Temperatur eines Gebläseofens; Platin endlich, Rhodium, Chrom u. s. w. schmelzen, in den möglicher Weise auf die gewöhnliche Art hervorzubringenden Temperaturen nicht mehr, sondern nur in der Flamme des Knallgases, und im Kreise der Volta'schen Säule; Iridium soll noch nicht geschmolzen worden sein. — Eisen und Platin (auch Palladium) erweichen vor dem Schmelzen, so daß getrennte Stücke dieser Metalle durch Schmieden zu einem einzigen vereiniget, d. i. geschweißt werden können. Auch von dem bei der gewöhnlichen Temperatur weichen Kalium lassen sich einzelne Stücke mit den Fingern wie Wachs zusammenkneten.

In Hinsicht der Feuerbeständigkeit sind die Metalle ebenfalls verschieden. Quecksilber verdampft schon bei der gewöhnlichen Temperatur und läßt sich, wie Kalium, Natrium, Zink, der Destillation unterwerfen; ferner sind flüchtig, wenn auch nicht destillirbar, Blei, Wismuth, Antimon (letzteres läßt sich durch Hilfe eines Gasstromes destilliren). — Die übrigen Metalle gelten sodann für die durch Ofenfeuer hervorzubringende Temperaturen als feuerbeständig, obwohl einige derselben im Focus großer Hohlspiegel zu verflüchtigen sind, wie Kupfer, Silber, Gold.

Bei dem langsamen Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand sind die Metalle auch der Krystallisation fähig, z. B. Wismuth, das auf die beim Schwefel angegebene Art krystallisirt erhalten werden kann, oder sie nehmen beim Erstarren wenigstens eine krystallinische Textur an, die sich oft durch Behandlung mit einer verdünnten Säure aufdecken läßt (moiré métallique). Die Krystallisation der Metalle zeigt sich auch, wenn sie auf nassem Wege aus ihren Salzlösungen entweder durch andere Metalle, oder durch Elektricität abgeschieden werden (Silber-Bleibaum.) Auch in der Natur werden Metalle krystallisirt gefunden.

Undurchsichtigkeit ist allen Metallen eigen, mit Ausnahme des Goldes, das in Blättchen von $\frac{1}{2000}$ Zoll Dicke die grünen Lichtstrahlen durchläßt. Auch krystallisirtes Titan ist durchscheinend an den Kanten. — Glanz. Dieser zeigt sich an den Metallen auf eine eigenthümliche Weise und läßt sich durch Poliren noch erhöhen. Unter den gewöhnlichen Metallen hat nach Leslie's Versuchen Platin den größten Glanz, dann folgen Stahl, Silber, Quecksilber, Gold, Kupfer, Zinn, Blei. — In fein vertheiltem Zustande fällt der Glanz weg, und die Metalle stellen sich als matte Pulver dar; er kann jedoch durch Hilfe des Polirstahls (durch Verdichtung) wieder hervorgerufen werden. Ein derlei eigenthümlicher Glanz ist aber den Metallen nicht ausschließlich allein eigen, sondern er ist auch an nichtmetallischen Elementen, als an Jod, Selen, an mehren Arten von Kohle, ferner auch an zusammengesetzten Stoffen, als an Schwefelkies, Musivgold, und selbst an organischen Körpern, als an Indigo, an den Flügeldecken der Insecten u. s. w. zu treffen. — Farbe. Diese findet sich im Allgemeinen vom Weißen bis zum Grauen; Gold, Kupfer und Uran erscheinen von gelber bis zur braunrothen Farbe.

152. Dichtigkeit. Eine 6.000 übersteigende Dichte galt früher als eine die Metalle besonders charakterisirende Eigenschaft, kann aber seit Entdeckung der metallischen Radicale der Erden und Alkalien nicht mehr als solche gelten, da die Erdenmetalle höchstens dreimal schwerer als Wasser, die alkalischen Radicale Natrium und Kalium sogar leichter als dieses sind. — Auch bei den übrigen sogenannten schweren Metallen variirt die Dichte von 5.9 des Chroms bis 19.4 des Goldes und 21.5 des Platins.

153. Härte. Die Metalle gehören im reinen Zustande nicht zu den sehr harten Körpern. Ausgezeichnet an Härte sind die beiden selten vorkommenden Metalle Titan und Wolfram, welche Stahl ritzen, dann Mangan. Die technisch benützten Metalle lassen sich alle durch Stahlinstrumente bearbeiten. Sie folgen in dieser Beziehung in nachstehender Reihe: Nickel, Eisen, Platin, Kupfer, Gold, Silber, Wismuth, Zink (Antimon), Zinn, Blei, welch letzteres sogar durch den Nagel des Fingers ritzbar ist; Natrium und Kalium haben Wachsconsistenz, Quecksilber endlich erscheint tropfbar flüssig. Durch Verbindung der Metalle mit geringen Antheilen anderer Stoffe erreicht die Härte bisweilen einen sehr hohen Grad; wie phosphorhaltiges Kupfer, kohlenhaltiges Eisen (weißes Roheisen und Stahl) u. dgl.

Mit der Härte im Verhältniß stehet so ziemlich die Elasticität der Metalle und ihre Fähigkeit zu klingen, welche aber bei ihren Legirungen noch in höherem Grade zu finden ist.

154. Geschmeidigkeit d. i. die Fähigkeit eine Verschiebbarkeit der Theile gegen einander zu gestatten, ohne daß der Zusammenhang derselben aufgehoben wird. Sie zeigt sich als Malleabilität und Ductilität. — Malleabilität oder Hämmerbarkeit ist die Eigenschaft der Metalle, sich durch den Hammer oder zwischen Walzen zu Platten ausbreiten zu lassen, Ductilität aber diejenige, wodurch sie in bestimmter Richtung hin, durch den Zug sich ausdehnen, d. i. zu Drähten ziehen lassen. In ersterer Beziehung folgen sie in nachstehender Ordnung: Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Platin, Blei, Zink, Eisen, Nickel; — in Bezug der Ductilität aber: Gold, Silber, Platin, Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei, Nickel. Die übrigen Metalle, welche sich nur unvollkommen bearbeiten lassen, und hiedurch Risse bekommen, oder welche sogar zu Pulver zerstoßen werden können, heißen spröde Metalle, z. B. Arsen, Antimon, Wismuth.

Die geschmeidigen Metalle nehmen durch die genannte Behandlung an Dichte und Härte zu, werden aber zugleich spröde, so daß der ferneren Bearbeitung hiedurch von selbst Grenzen gesetzt sind. Durch Ausglühen und nachfolgendes langsames Erkalten erhält das Metall wieder seine vorige Weichheit und Geschmeidigkeit, denn während der genannten Bearbeitung werden die kleinsten Theilchen einander gewaltsam genähert, mehr als in der Natur derselben liegt, wodurch auch dem Hingleiten an einander bei fortgesetzter Behandlung immer größere Schwierigkeit entgegen wächst. Beim Erhitzen entfernt die ausdehnende Kraft der Wärme dieselben wieder, und dieses mehr, als die gewaltsam bewirkte Annäherung betrug, und sie können sich daher beim langsamen Abkühlen in der ihnen von Natur aus zukommenden Entfernung lagern, womit ihre Geschmeidigkeit hergestellt ist. Auch die Temperatur, bei welcher diese Bearbeitung vorgenommen wird, ist nicht ohne Einfluß; so ist das sonst geschmeidige Blei nahe vor seinem Schmelzpunkte spröde, hingegen Zink, das sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht bearbeiten läßt, ohne Risse zu bekommen, und vor seinem Schmelzpunkte so spröde ist, daß es sich pulvern läßt, zeigt sich bei einer den Siedpunkt des Wassers nicht viel übersteigenden Temperatur geschmeidig. Structurverhältnisse und Beimischungen von Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, Silicium u. s. w., wenn auch in sehr kleinen Mengen, haben auf keine andere Eigenschaft der Metalle mehr Einfluß, als auf diese.

Beispiele von außerordentlicher Geschmeidigkeit geben das Gold, Platin (wovon dort).

Die statt der Namen, Malleabilität und Ductilität gebrauchten deutschen Bezeichnungen, Streckbarkeit und Dehnbarkeit, werden häufig unter einander, so wie letztere auch mit dem diese Eigenschaft im Allgemeinen bezeichnenden Worte Geschmeidigkeit verwechselt.

155. Zähigkeit oder absolute Festigkeit d. i. Widerstandsfähigkeit gegen zerreißende Kräfte. Diese besonders für ductile Metalle sehr wichtige Eigenschaft ist aus folgender Tabelle zu ersehen, wo die beigesetzten Zahlen die Anzahl Kilogramme angeben, durch die ein zwei Millimeter starker Draht zerrissen wurde (nach Dumas Chemie).

Eisen	249.7	Zink	49.8
Kupfer	137.4	Nickel	46.7
Platin	124.7	Zinn	15.7
Silber	85.1	Blei	12.5, aber nur 5.6, wenn es nach dem
Gold	68.2		Zerreißen gemessen wurde.

Die spröden Metalle, deren keines darunter angeführt ist, haben wahrscheinlich eine höchst unbedeutende Zähigkeit.

156. Löslichkeit. Kein Metall kann wahrhaft als das, was es ist, aufgelöst werden, ohne daß es nicht mit dem Lösungsmittel oder mit einem Theile desselben in chemische Verbindung ginge, z. B. Gold im Chlor, Kupfer in Schwefelsäure u. s. w.; selbst in Amalgamen oder in andern schmelzenden Metallgemischen findet man chemische Verbindungen mit dem überschüssigen Metalle gemengt, aber nicht wahre Auflösungen. (Siehe Metalllegirungen.)

Eine Folge der Unauflöslichkeit der Metalle, so wie des Mangels der Flüchtigkeit bei der gewöhnlichen Temperatur ist ihre Geruch- und Geschmacklosigkeit. Der eigenthümliche Geruch, welchen das Zinn und Kupfer beim Anhauchen verbreiten und die geschmackähnliche Empfindung, den diese Metalle auf der Zunge bewirken, hängen wohl von einer chemischen und galvanischen Thätigkeit ab.

157. Die Metalle kommen in der Natur nur selten in ganz reinem, verbindungslosem Zustande vor, gediegen; sie sind entweder mit andern Metallen verbunden, verlarvt, oder was bei weitem häufiger der Fall ist, mit nichtmetallischen Stoffen, vorzüglich mit Oxygen (Ocher), Schwefel, Selen oder selbst im oxydirten Zustande mit Säuren zu Salzen (Spathe) in Verbindung. Alle natürliche Verbindungen der Metalle mit andern Körpern, aus denen durch metallurgische Processe das Metall rein zur weitern technischen Benützung dargestellt wird, nennt man Erze. —

Die Erze finden sich auf den Lagerstätten selten in der Reinheit vor, daß sie ohne weitere mechanische Vorbereitung der Benützung oder dem Zugutemachen unterworfen werden könnten; theils sind die Erze verschiedener Metalle mit einander gemengt, theils ist das Erz durch andere Mineralien verunreinigt, welche die Gebirgsart der Erzlagerstätte ausmachen (Gangart).

Verbindungen der Metalle mit andern Elementen.

158. Mit Sauerstoff. Unmittelbar mit dem gasförmigen Sauerstoffe der Atmosphäre, ohne sonstigen Einfluß eines andern Körpers, verbinden sich bei der gewöhnlichen Temperatur nur die Radicale der Alkalien und Erden, dann Mangan, Arsen. Meistens muß die Oxydation durch Temperaturerhöhung oder durch die Vermittlung eines andern Körpers eingeleitet werden; in mäßiger Hitze oxydiren sich viele Metalle nur unvollkommen, zeigen Anlauffarben oder bilden Suboxyde; hingegen in höheren Hitzegraden geben sie basische Oxyde, z. B. Zink, Blei bilden, an der Atmosphäre längere Zeit geschmolzen erhalten, ein staubförmiges, Eisen, Kupfer, durch Glühhitze ein krustenartiges, Antimon ein verdampfendes Oxyd. Schafft man das staub- oder krustenartige Oxyd zur Seite, und unterhält hiedurch die stete Berührung des Metalles mit der Atmosphäre, so wird auch der weitere Vorgang der Oxydation durch die ganze Masse unterstützt. Ist die Verwandtschaft der Metalle zum Sauerstoffe groß, und sind die übrigen Umstände günstig, so geschieht diese Vereinigung unter Feuererscheinung. So verbrennen die erhitzten Radicale der Alkalien und Erden, ferner Zink, Zinn, Antimon, Wismuth in starker Roth- oder Weißglühhitze, Eisen im reinen Sauerstoffgase u. s. w. — Umgekehrt aber ist die Verwandtschaft einiger Metalle so gering, daß sie sich auf diese directe Weise niemals den Sauerstoff aneignen, denselben sogar, wenn sie auf irgend eine mittelbare Weise mit demselben verbunden wurden, wieder durch Erhitzung frei geben. Hieher gehören Silber, Gold, Platin u. s. w. Quecksilber nimmt wohl durch Erhitzung bis zu seinem Siedpunkte den Sauerstoff auf, verhält sich aber in noch höherer Temperatur, wie die eben genannten.

Früher nannte man die Metalloxyde, Metallkalke, und den Proceß ihrer Darstellung, in so fern er durch Glühen oder durch Behandlung mit Sauerstoff abgebenden Körpern in der Hitze bedingt wurde, Calcination. Der Name Metallkalk bezieht sich auf den erdigen Zustand der Oxyde im Gegensatze der wirklichen Metalle, welche man, wenn sie aus ihren Oxyden durch künstliche Behandlung dargestellt wurden, Metallkönige, Reguli, nannte, daher auch das Wort regulinisch statt metallisch gebraucht wird.

Die Oxydation wird aber besonders durch disponirende Einwirkung des Wassers und der Kohlensäure begünstiget, daher Metalle, die bei der gewöhnlichen Temperatur in vollkommen trockener Luft mit dem Sauerstoffe sich nicht verbinden, in feuchter und kohlensäurehaltiger aber sich schnell oxydiren. Bildung von Eisenrost (kohlensaures Eisenoxyd mit Eisenoxydhydrat), Kupferrost, auch Grünspan genannt (kohlensaures Kupferoxydhydrat) u. s. w.

Auch andere Säuren können als Vermittler auftreten, um die Metalle mit dem Sauerstoffe zu verbinden, und sich hiedurch eine Basis für ihre weitere Verbindung darzustellen; z. B. ein in Form dünner Blättchen, Drähte oder Körner gebrachtes Metall mit einer verdünnten Säure befeuchtet und dann der atmosphärischen Luft ausgesetzt, wird schnell oxydirt und mit der Säure ein Salz bilden, und zwar auf Kosten des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, wenn es auch weder das Wasser noch die Säure bei der gewöhnlichen Temperatur zu zersetzen im Stande ist. Durch wiederholtes Befeuchten des in verkleinerten Zustand gebrachten Metalles oder auch durch fortwährende Berührung des Metalles mit den Dämpfen der Säure wird dieser Proceß so beschleunigt, daß selbst die Fabrication mancher Präparate im Großen z. B. des Grünspans auf diese Art eingeleitet wird. — Hat aber das Metall einen mehr negativen Charakter, und daher größere Neigung, durch die Verbindung mit dem Sauerstoffe zu einer Säure zu werden, so wird der eben angeführte Erfolg durch die Vermittlung einer starken Basis erreicht, wenn die im gegenwärtigen Falle geringere Verwandtschaft zum Sauerstoffe durch Wärme unterstützt wird. So verwandelt sich Platin durch längeres Glühen mit Kali in Berührung mit dem Sauerstoffe in Platinoxyd-Kali, worin das Platinoxyd der negative Bestandtheil ist.

Der Oxydationsproceß eines Metalles wird ferner begünstiget durch Erhöhung seiner positiven Tendenz gegen den negativen Sauerstoff mittelst eines andern Metalles. Dieses geschieht, wenn das Metall mit einem mehr negativen Metalle in Berührung gebracht, und dann den früher genannten Einflüssen ausgesetzt wird. So z. B. wird Eisen in metallischer Berührung mit Zinn, Kupfer u. s. w. unter übrigens gleichen Umständen schneller rosten, während dieses letztere Metall nun eben wegen der aus gleicher Ursache gesteigerten negativen Tendenz, vor der Oxydation verschont bleibt. Aus dieser Ursache entsteht im Zinkblech, wenn es mit eisernen Nägeln befestiget ist, rund um den Nagel ein Loch; noch schneller wäre dieses, wenn das Zink mit Kupfer in Berührung stände, weil der

elektrische Gegensatz im letztern Falle viel größer ist; umgekehrt wird der eiserne Nagel zerfressen, mit welchem Kupferblech genietet ist. Schlecht verzinntes Eisen rostet an den von Zinn entblößten Stellen viel schneller als unverzinntes unter übrigens gleichen Umständen.

Dieselbe Ursache mag auch zu Grunde liegen, daß die Oxydation, wenn sie einmal begonnen hat, viel rascher von statten gehet, als im Beginn selbst, weil auch hier das Metall gegen das Oxyd, mit dem es in Berührung stehet, sich positiv verhält.

159. Aber nicht nur auf Kosten des Sauerstoffs der Atmosphäre, sondern auch durch den in andern Körpern, nämlich im Wasser, in Basen, in Säuren und selbst in Salzen chemisch gebundenen Sauerstoff können die Metalle oxydirt werden.

a. Das Wasser zu zersetzen, und den Sauerstoff unter Wasserstoffgasentbindung sich anzueignen, sind im Stande, selbst bei 0^{0} Kalium, Natrium, Lythium, Barium, Strontium, Calcium und wahrscheinlich Magnium, ersteres selbst unter Feuererscheinung, die durch das an die Atmosphäre tretende und verbrennende Wasserstoffgas hervorgebracht wird; in der Siedhitze zersetzen das Wasser Aluminium ... Mangan; bei der Rothglühhitze oder unter disponirender Einwirkung einer Säure auch bei der gewöhnlichen Temperatur: Eisen, Nickel, Zinn, Zink und Antimon; letzteres aber nur in der Rothglühhitze allein, wahrscheinlich, weil dessen Oxyd nur ganz schwache basische Eigenschaft besitzt. Die übrigen Metalle, sowohl die, welche den Sauerstoff noch bei erhöhter Temperatur aufnehmen, als Kupfer, Blei, Wismuth u. s. w., wie auch jene, bei denen dieses nicht mehr der Fall ist, als: Gold, Silber, Platin, zersetzen das Wasser unter keinerlei Umstand.

b. Metalle können oxydirt werden durch den Sauerstoff anderer Oxyde und Basen, z. B. Eisen in der Weißglühhitze durch Kaliumoxyd, was zwar nicht in dieser Absicht, sondern gerade umgekehrt zur Desoxydation des Kaliumoxyds veranlaßt wird.

c. Sauerstoffsäuren, vorzüglich Salpetersäure und Schwefelsäure, sind im Stande, Metalle durch Abgabe eines Theils Sauerstoff zu oxydiren. Bei Anwendung der ersteren bleibt meistens das auf Kosten der Säure gebildete Oxyd mit dem unzersetzten Antheile der Säure, als salpetersaures Salz zurück, während die desoxydirte Salpetersäure als Stickstoffoxydgas (Salpetergas) entweicht; z. B. $3\,Pb + 4\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}} = 3\,\dot{Pb}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}} + \ddot{N}$; bei sehr großer Verdünnung und Einwirkung auf ein Wasser zersetzendes Metall entweicht Stickstoffoxydulgas und selbst Stickgas (Entstehung von salpeter-

saurem Ammoniak in diesem Falle wegen gleichzeitigem Freiwerden von Wasserstoffgase). Nicht angegriffen von der Salpetersäure werden Platin und Gold; hingegen sehr lebhaft ist die Wirkung derselben auf die meisten übrigen Metalle, als: Silber, Quecksilber, Nickel, Kobalt, Wismuth, Blei, Kupfer, Eisen, Zink, selbst ohne Beihilfe äußerer Wärme, da sich die Temperatur des Gemisches schon durch den chemischen Proceß erhöhet. Es darf daher auch, besonders für die letztern Metalle, die Säure nicht ganz concentrirt angewendet werden, weil wegen der außerordentlich heftigen Einwirkung ein nutzloses Verdampfen der Säure durch die große Erhitzung und ein Ueberschäumen der Masse wegen der zu großen Gasentwicklung, bei größern Portionen in geschlossenem Raume selbst eine Explosion herbeigeführt würde. Zinn und Antimon gehen bei dieser Gelegenheit nicht in Verbindung mit der Salpetersäure, weil diese beiden Metalle, ihres negativen Charakters wegen, ersteres eine Säure, letzteres ein dem sauren Charakter sich annäherndes Oxyd liefern.

Die Schwefelsäure, ebenfalls ein kräftiges Auflösungsmittel vieler Metalle wird concentrirt und kochendheiß angewendet auf Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei. Die Säure wird dabei zum Theil zersetzt und liefert Sauerstoff zur Bildung des Oxyds, letzteres bleibt in Verbindung mit der übrigen Säure als schwefelsaures Salz zurück, schweflige Säure entweicht als Gas. — Für Wasser zersetzende Metalle wird die Schwefelsäure nur in verdünntem Zustande und ohne Beihilfe äußerer Wärme angewendet, hiebei aber nicht die Schwefelsäure, sondern nur das Wasser zersetzt. Auf Platin und Gold und noch einige der selten vorkommenden Metalle ist die Schwefelsäure ohne Wirkung.

d. Oft gebraucht man auch Salze als Oxydationsmittel. In dieser Beziehung ist vorzüglich das salpetersaure Kali zu nennen, welches zu Folge seiner Zersetzung durch Hitze besonders geeignet ist, die Oxydation der säuerungsfähigen Metalle zu bewirken.

160. Aus dem, was bisher gesagt wurde, werden sich nun auch die Mittel ergeben, welche man anwendet, wenn die Oxydation eines Metalles wirklich eingeleitet oder verhindert werden soll.

So werden Blei, Kupfer, Zink u. s. w. in Berührung mit der atmosphärischen Luft geglüht; das entstandene Oxyd wird zur Seite geschafft und das Metall in dieser Behandlung so lange erhalten, bis es ganz in den Zustand des Oxydes überführt ist. War es nur eine niedrigere Oxydationsstufe, die auf diese Art erhalten wurde, so wird in vielen Fällen dieses Oxydul durch längeres Erhitzen oder Glühen unter Zutritt der

Luft in Oxyd verwandelt, wie es beim Blei der Fall ist. — Ein anderes Mittel ist, das Metall in einer Säure aufzulösen, und das gelöste Metallsalz, wenn man das an die Säure gebundene Oxyd abscheiden will, mit einer stärkeren Basis zu behandeln, z. B. mit Kali, Natron, Ammoniak, wobei diese durch Wahlverwandtschaft an die Säure tritt, das Metalloxyd aber in den meisten Fällen unlöslich gefällt wird. So wird auf diese Art Kupferoxyd aus der salpeter- oder schwefelsauren Kupferoxydlösung unlöslich gefällt. Zuweilen sind die gefällten Oxyde in einem Uebermaße des zugesetzten Fällungsmittels wieder löslich, z. B. das Zinnoxyd im Kali, Kupferoxyd im Ammoniak, oder es verbindet sich das Fällungsmittel mit dem Oxyde, wenn letzteres mehr säureähnlicher Natur ist, z. B. Goldoxyd mit Kali, Platinoxyd mit Ammoniak.

Die Metalloxyde schlagen sich auf diese Art aus ihren Auflösungen gewöhnlich mit Wasser chemisch verbunden als Hydrate nieder, wodurch sie meistens heller gefärbt sind. So ist z. B. Kupferoxyd dunkelbraun, als Hydrat grünblau u. s. w. Auch mit Kohlensäure in Verbindung wird das Metalloxyd präcipitirt, wenn das Fällungsmittel in diesem Zustande angewendet wurde. Durch mehr oder minderes Erhitzen wird sowohl das Hydratwasser entfernt, als auch die Kohlensäure. Aus der Lösung eines Chlormetalles wird durch Zusatz eines Alkali das mit dem Chlor verbundene Metall ebenfalls als Oxyd gefällt, indem das Alkali sein Oxygen dazu hergibt, und mit dem Chlor in der Lösung zurückbleibt; z. B. $Cu\,Cl + \dot{K} = \dot{C}u + K\,Cl$. Auf diese Art werden die Oxyde derjenigen Metalle erhalten, die durch keine Erhitzung oxydirt, noch in einer Sauerstoffsäure aufgelöst werden können, als Gold, Platin u. s. w. Auf die vorbesagte Weise können durch reine und kohlensaure Alkalien alle anderen Oxyde gefällt werden, und man bedient sich dieses Mittels, theils um die Oxyde in ihren Auflösungen zu erkennen, theils um die mehrer Metalle von einander zu trennen oder auch um die Menge eines Metalles daraus zu bestimmen.

Die Oxyde der leichten Metalle, nämlich die reinen Erden und Alkalien, werden niemals aus ihren, nur schwierig und kostspielig darstellbaren Metallen erzeugt, sondern nur aus ihren, theils in der Natur vorkommenden, theils sonst leicht zu erhaltenden kohlensauren Verbindungen. Dieses geschieht zur Darstellung der eigentlichen Erden, dann der Bitter- und Kalkerde, durch bloßes Glühen (bei letzterer ist schon Weißglühhitze erforderlich), für die Strontian- und Baryterde aber schon durch Glühen unter Beimengung von Kohle, um das Davongehen der Kohlensäure als Kohlenoxydgas zu erleichtern; endlich Natron und Kali werden durch länge-

res Kochen einer nicht sehr concentrirten Lösung ihrer kohlensauren Verbindung unter Zusatz von reiner Kalkerde erhalten. Auch bei der Zerstörung eines salpetersauren Salzes durch Hitze bleibt das Oxyd zurück, z. B. aus dem salpetersauren Baryt die reine Baryterde.

War das oxydirte Metall als Säure in Verbindung mit einer Base, so kann auf eine analoge Weise durch eine stärkere Säure dieselbe ausgeschieden werden, z. B. aus dem antimonsauren Kali die Antimonsäure durch Schwefelsäure.

In besondern Fällen wird man fein vertheilte Metalle, z. B. Eisen als Späne u. dgl., unter öfterer Erneuerung der Oberfläche angefeuchtet an der Luft liegen lassen, bis sie ganz durchgerostet sind, oder dünne Kupferbleche der vereinten Wirkung der Essigsäure und der Luft aussetzen.

Umgekehrt wird man, wenn die Oxydation eines Metalles verhindert werden soll, dasselbe vor der Einwirkung der Atmosphäre schützen, z. B. durch einen Ueberzug von Firniß, durch Vergolden, wie bei Blitzableitern, durch Einpacken in Kohlenstaub, durch Bestreuen des glühenden Eisens mit Sand, wodurch eine geschmolzene Glasdecke entsteht. — Man wird nicht nur die metallische Berührung des zu schützenden Metalles mit einem gegen dasselbe negativen verhindern, sondern es vielmehr mit einem positiven in Contact bringen, um im Zugrundegehen dieses letztern die Bewahrung des ersteren desto sicherer zu haben. — Man wird die Aufbewahrung in feuchten Räumen vermeiden, die Luft so trocken als möglich halten u. s. w., in Platintiegeln nicht Alkalien glühen, bleierne Gefäße nur für verdünnte, nicht aber für concentrirte Schwefelsäure in Gebrauch nehmen u. s. w.

161. Die auf eine der erwähnten Arten gebildeten Oxyde sind entweder Suboxyde oder als Basen auftretende Oxydule und Oxyde, oder Superoxyde, oder endlich selbst Säuren (siehe Einleitung). Durch diese Verbindung mit dem Sauerstoffe gehen die charakteristischen Eigenschaften der Metalle, nämlich Wärme- und Elektricitätsleitung, specifisches Gewicht, Cohäsion, Härte, Dehnbarkeit, Farbe und Glanz verloren. Sie erscheinen im starren, mit Ausnahme der Alkalien meistens erdähnlichen Zustande, weiß oder auch verschieden gefärbt. — Im Wasser sind sie unlöslich, daher ohne Geschmack, außer denen der elektropositivsten, der Alkalien und alkalischen Erden; sehr viele verbinden sich mit dem Wasser chemisch zu Hydraten. Dieses Wasser geben sie durch Erhitzung wieder frei, einige sehr leicht, andere, wie die alkalischen Erden, nur sehr schwer; die Alkalien selbst aber auch durch das stärkste Glühen nicht.

Durch die Wärme werden viele Metalloxyde geschmolzen, die Temperatur hiezu ist sehr verschieden; nur im Knallgasgebläse schmelzen die Erden, minder schwierig die Alkalien, so wie auch die Oxyde vieler anderer Metalle. Die Oxyde der edlen Metalle schmelzen nicht, da sie durch die Wärme eher ihren Sauerstoff verlieren. Viele Oxyde schmelzen hiebei für sich oder mit andern verglasbaren Substanzen zu durchsichtigen Gläsern, z. B. Bleioxyd, oder zu undurchsichtigem Email, z. B. Zinnoxyd, oder zu durchscheinenden Schlacken; in sehr geringer Menge ungefärbten Glasmassen zugesetzt, ertheilen sie denselben verschiedene Färbungen, worauf die Darstellung gefärbter Gläser, künstlicher Edelsteine, der Glas- und Porzellanmalerei u. s. w. beruhet. — Die Oxyde sind feuerbeständig, mit Ausnahme der Alkalien, welche in der Weißglühhitze sich verflüchtigen, und des bei der gewöhnlichen Temperatur Geruch verbreitenden Osmiums.

162. Dem Oxydationsproceße ist der Desoxydations- oder Reductionsproceß entgegengesetzt, wodurch die Metalloxyde von dem Sauerstoffe befreit, mit ihren charakteristischen Merkmalen auftretend gemacht werden. Einige Metalloxyde werden durch bloße Hitze reducirt, nämlich die derjenigen Metalle, deren geringe Verwandtschaft auch dem Oxydationsprocesse hinderlich war, und welche eben, weil sie ihre Metallität dauerhaft gegen äußere Einflüsse behaupten und durch diese Unveränderlichkeit zu verschiedenen Anwendungen vorzüglich geschickt werden, mit dem Namen edler Metalle belegt wurden. — Außer diesen können noch Superoxyde, durch bloße Erhitzung aber nur bis auf eine niedrigere Oxydationsstufe gebracht werden. Zur gänzlichen Reduction brauchen daher alle Metalloxyde, außer denen der edlen Metalle, irgend ein Reductionsmittel, welches denselben den Sauerstoff durch größere Verwandtschaft wenigstens bei erhöhter Temperatur zu entziehen im Stande ist. Hieher gehören vorzüglich Wasserstoff, Kohle, Kalium. — Durch Wasserstoff lassen sich nicht nur die Oxyde derjenigen Metalle, welche das Wasser nicht mehr zu zersetzen im Stande sind, reduciren, die der edlen sogar bei der gewöhnlichen Temperatur, sondern auch noch die meisten derjenigen, welche das Wasser bei der Glühhitze zu zerlegen im Stande sind, wenn hiezu Glühhitze angewendet wird. Diese Desoxydation der Metalloxyde wird jedoch nur im Kleinen, z. B. bei analytischen Versuchen, auf die Art vorgenommen, daß man das Wasserstoffgas im getrockneten Zustande über das Metalloxyd streichen läßt, welches sich in einer Glasröhre mit angeblasener Kugel (Fig. 4.) oder in einer quer durch einen Ofen gelegten Porzellanröhre befindet, und in

der nothwendigen Temperatur erhalten wird; dieses setzt man so lange fort, bis die beendete Bildung von Wasserdämpfen die vollständige Reduction des Metalloxydes anzeigt, worauf man noch das pulverförmige oder zusammengesinterte Metall im Wasserstoffgase erkalten läßt. Manche der auf diesem Wege in schwächerer Glühhitze reducirten Metalle, z. B. Eisen, Nickel, absorbiren, nachdem sie im Wasserstoffgase erkaltet sind, den Sauerstoff der Atmosphäre mit solcher Kräftigkeit, daß sie sich bis zur Entzündung erhitzen, wodurch sie wieder zu Oxyd verbrennen.

Dieser Erfolg ist um so sicherer, wenn das Oxyd mit fein vertheilter Thonerde innigst gemengt wird, unterbleibt aber, wenn durch zu große Hitze das Metall bereits zusammengesintert ist, oder wenn nach vollendeter Reduction kohlensaures Gas bis zu gänzlicher Erkaltung darüber geleitet wird. — Der Widerspruch, daß Eisen das Wasser desoxydirt, und umgekehrt Eisenoxyd vom Wasserstoffgas reducirt wird, hebt sich dadurch, daß die Wirksamkeit der Verwandtschaft nicht blos von der Intensität, sondern auch von der Menge der einwirkenden Körper abhängig ist. Es wird sich nämlich beim Zusammentreffen von Eisen und Wasser der Sauerstoff des letztern so zwischen das Eisen und den Wasserstoff theilen, daß Eisen und Eisenoxyd auf einer Seite, und Wasser und Wasserstoffgas auf der andern sich unter einander das Gleichgewicht halten, vorausgesetzt, daß der Proceß in ganz abgeschlossenem Raume statt fände. Anders verhält es sich aber, wenn das ausgeschiedene Wasserstoffgas entweicht und der Verwandtschaft des Eisens zum Sauerstoffe des Wassers nicht mehr entgegenwirkt, wodurch der angefangene Proceß fortdauern kann. — Strömt umgekehrt Wasserstoffgas über Eisenoxyd, so bildet sich unter Reduction eines Theiles des Eisens Wasser; dieses entweicht, und daher ist ebenfalls nichts im Wege, das die Theilung des an das Eisen gebundenen Sauerstoffes zwischen diesem und dem fortdauernd nachströmenden Wasserstoffgase verhindern könnte; dieses dauert so lange, als Eisenoxyd vorhanden ist und Gas nachströmt.

163. Das folgende sehr allgemeine, seiner Feuerbeständigkeit wegen auch in den höchsten Temperaturen, nebst dem auch in großer Menge anwendbare Desoxydationsmittel ist die Kohle, welche in hohen Temperaturen, bei der sich nämlich die Verwandtschaft des Kohlenstoffes zum Sauerstoffe erst thätig zeigt, die Oxyde der meisten Metalle, selbst die schwer reducirbarsten, als Natron und Kali, zu reduciren im Stande ist. — Im Kleinen trägt man das Metalloxyd, mit fein gepulverter Kohle oder Kienruß gemengt, in einen Graphit- oder einen mit Kohle ausgefütterten Tiegel ein, und setzet besonders bei strengflüssigen Metallen ein Flußmittel zu, wozu man sich eines metallfreien Glases, mit oder ohne Flußspath, auch des Borax, des schwarzen und weißen Flusses u. s. w. bedient. Diese

Masse schmilzt sodann beim Erhitzen gewöhnlich, noch ehe die Reduction beginnet, umhüllt und bedeckt dann die neu gebildeten Metalltheile, schützet sie vor erneuerter Oxydation, und bewirkt, indem sie größere Beweglichkeit derselben gestattet, daß sie sich zu einem größern Metallklumpen, Korn, Metallkönig, Regulus, auf dem Boden des Schmelzgefäßes ansammeln, daher man auch beim Herausnehmen des Tiegels aus dem Feuer gelinde an denselben anzustoßen pflegt. Bei dieser Reduction durch Kohle erhält man das Metall selten rein, sondern mit Kohle, Kiesel, auch mit Bor (wenn Borax angewendet wurde) verbunden. Man wendet daher auch nicht mehr Kohlenpulver an, als nach der Menge des Sauerstoffes im Oxyde zur Bildung von Kohlenoxydgas, dem Resultate der Desoxydation, nothwendig ist (75.1 Kohle auf 100 Sauerstoff), wobei auch zu bemerken kommt, daß die Metalloxyde, die den Sauerstoff nicht gar fest halten, auch viel kohlensaures Gas geben, und daher eher noch weniger an Kohle brauchen. Statt der Kohle nimmt man auch organische Substanzen, Mehl, Fett, Oehl, Harz u. dgl., welche Kohle und Wasserstoff zugleich enthalten. Diese Körper schmelzen in der Hitze, hüllen dadurch das Oxyd besser ein, bringen die durch trockene Destillation entstehende fein vertheilte Kohle in nähere Berührung mit dem Oxyde, und führen ihm den Wasserstoff im condensirten und im Entstehungszustande zu. Die durch Wasserstoff reducirbaren Metalloxyde werden, wenn sie an Kleesäure gebunden sind, schon durch bloße Hitze desoxydirt. — Im Großen dienen gewöhnlich die Kohlen, die als Brennmateriale abwechselnd mit dem Erze eingetragen werden, zugleich als Reductionsmittel, wobei aber die Mitwirkung von entstandenem Kohlenoxydgas, von Wasserstoffgas, in Folge der einströmenden feuchten Luft nicht übersehen werden darf. Auch in diesen Fällen bedient man sich eines Flußmittels, welches entweder schon in der das Metalloxyd begleitenden Gangart vorhanden ist, oder durch Zusatz irgend eines Körpers (Zuschlag) mit dieser Gangart erst gebildet wird, um das in Tropfen herabschmelzende Metall zu umhüllen, und als sogenannte Schlacke vor dem Windstrome zu schützen.

Von den übrigen nichtmetallischen Körpern verdrängen wohl Chlor, Schwefel, Phosphor in den Metalloxyden auch den Sauerstoff, verbinden sich aber zugleich mit dem reducirten Metalle, daher sie eigentlich nicht als Reductionsmittel angewendet werden können.

Von den Metallen ist insbesondere das Kalium, welches, so wie schon zur Darstellung einiger nichtmetallischen Körper, auch zur Darstellung einiger sehr schwer reducirbaren Metalle, vorzüglich der alkalischen und

erdigen Radicale aus ihren Oxyden (oder auch Chloriden) angewendet wurde.

164. Die bisher besprochenen Reductionen der Metalloxyde werden auf trockenem Wege bewerkstelliget; aber auch auf nassem Wege können Oxyde desoxydirt werden. Gibt man nämlich in die Auflösung eines Metallsalzes ein mehr positives Metall, welches daher größere Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, als das in der Auflösung befindliche, so scheidet sich in Folge eines elektrochemischen Processes letzteres in metallischer Form aus, während ersteres mit dessen Sauerstoff in Verbindung tritt und nun in der Auflösung bleibt. Ein geringer Ueberschuß an Säure beschleuniget den Proceß. Die Menge des gefällten Metalles und die des neu aufgelösten sind im Verhältnisse ihrer Atomgewichte. Die Metalle werden ungefähr in folgender Reihe, jedes stets durch alle nächst folgenden aus der Lösung ihrer Salze (auch ihrer Chloride) metallisch ausgeschieden: Platin, Gold, Silber, Quecksilber, Wismuth, Kupfer, Zinn, Blei, Eisen, Zink. Eisen und Zink fällen sich gegenseitig nicht. Das reducirte Metall lagert sich an dem fällenden ab, entweder als mehr oder minder fester Ueberzug, oder es bildet baumähnliche Vegetationen (Dianen- oder Silberbaum aus einer salpetersauren Silberlösung mittelst Quecksilber, Bleibaum aus einer Bleisalzlösung mittelst Zink u. dgl.), welche so lange vom positiv elektrischen Metalle sich ausbreiten, als noch Metall reducirt wird, und das Gewicht der gesammten Vegetation das Abfallen noch nicht bedingt. Auf diese Weise läßt sich oft die geringste Spur eines Metalles in einer Auflösung durch Hilfe eines andern entdecken, z. B. Kupfer durch Eisen, welch letzteres sich hiedurch verkupfert. Man bedient sich dieses Mittels auch zur Trennung eines Metalls von einem andern und zu dessen quantitativer Bestimmung bei analytischen Untersuchungen. Auch zu verschiedenen technischen Zwecken werden derlei Ausscheidungen vorgenommen, z. B. um aus dem Cementwasser (einer in Kupfergruben, wo Schwefelkupfer bricht, durch allmäliche Oxydation desselben entstandenen Kupfervitriollösung) mittelst Eisen das metallische Kupfer zu gewinnen; um Eisen Behufs der Versilberung oder Vergoldung mit einem Kupferhäutchen zu verkupfern; um Kupfer, Bronce u. dgl. mit einer dünnen Schichte Quecksilber durch Eintauchen in salpetersaures Quecksilberoxyd zu überziehen (anquicken), worauf die Versilberung oder Vergoldung mittelst Silber- oder Goldamalgam vorgenommen wird. — Die Oxyde der edlen Metalle werden auch aus ihren Auflösungen durch solche Oxydule, welche große Neigung haben, in den Zustand des Oxyds überzugehen,

reducirt, z. B. Goldoxyd durch Eisenoxydul, Quecksilberoxyd durch Zinnoxydul.

Die elektrolysirende Wirkung der Volta'schen Säule endlich, welche für die Metalloxyde eine reducirende ist, wurde bereits in der Einleitung, als von dieser Wirkung auf die Zusammensetzungen der ersten Ordnung im Allgemeinen gesprochen wurde, erwähnt; und nur auf diese Art wurde zuerst das Kalium, und später die übrigen Metalle der Alkalien und Erden im metallischen Zustande dargestellt; eben so wurde daselbst die viel beschränktere Wirkung des Lichtes erwähnt, die sich, die Metalle anbelangend, als Reduction der Oxyde der edlen Metalle zeigt.

Mit Wasserstoff verbinden sich sehr wenige Metalle und geben gasförmige Verbindungen, als: Tellur, Arsen, Antimon, Kalium (?).

Mit Stickstoff sind in neuerer Zeit Verbindungen bekannt geworden, die sich in höherer Temperatur unter Feuererscheinung und oft unter Explosion in ihre Bestandtheile zersetzen.

165. Mit Chlor. Die Einwirkung des Chlors ist auf die meisten Metalle viel kräftiger, als die des Sauerstoffs, und selbst jene Metalle, die sich nicht directe mit dem letzteren zu verbinden im Stande sind, treten mit dem Chlor in unmittelbare Verbindung.

In der Natur kommen die Chlormetalle, außer dem Chlornatrium nur selten vor. Zu deren Darstellung läßt man das Chlor oder die Salzsäure auf die Metalle oder deren Oxyde wirken. Hiezu wendet man das Chlor entweder im gasförmigen Zustande an, indem man es über das in einer Röhre befindliche gepulverte Metall streichen läßt, wo die Verbindung mit oder ohne Beihilfe von Wärme häufig von Feuererscheinung begleitet ist, z. B. beim Antimon, Wismuth; oder man bietet dem Metalle das Chlor im condensirten Zustande an, nämlich in der Form des Königswassers, wie es zur Auflösung des Goldes, Platins u. s. w. der Fall ist. Die Einwirkung des Chlors auf die Oxyde der Metalle ist verschieden; z. B. Magniumoxyd und Aluminiumoxyd mit Kohle gemengt und geglüht, werden durch darüber geleitetes Chlor desoxydirt und in Chloride verwandelt. Streicht Chlorgas in eine Auflösung von Kali, so ist Bildung von Chlorkalium und chlorsaurem Kali das hervorgehende Resultat. — Durch Hilfe der Salzsäure werden nur die Wasser zersetzenden Metalle unter Ausscheidung von Wasserstoffgas in Chlormetalle verwandelt, die übrigen Metalle aber nur dann, wenn sie im oxydirten Zustande mit dieser Säure übergossen, und das hiebei sich bildende Wasser durch Wärme hinweggeschafft wird. Auf diese Art stellet man die Chloride der Alkalien

und alkalischen Erdenmetalle und der nicht Wasser zersetzenden Metalle, z. B. des Kupfers u. dgl. dar, indem man die (kohlensauren) Oxyde derselben mit Salzsäure sättiget.

Ein Metall kann auch durch ein anderes Metallchlorid (übereinstimmend mit der entsprechenden Oxydationsmethode) in die Verbindung mit Chlor gebracht werden. Auf diese Art stellt man mehre, besonders flüchtige Metallchloride, z. B. Zinnchlorid, dar, indem man das Metall mit Quecksilberchlorid erhitzt. Auch durch doppelte Wahlverwandtschaft entstehen einige unlösliche Chlormetalle, als Silberchlorid, wenn eine Silbersalzlösung mit Kochsalz versetzt wird.

166. Die Chlormetalle sind meistens starre, krystallisirbare Körper, einige wenige jedoch flüssig; erstere sind geruchlos, letztere (in der ältern Chemie auch Oehle, Butter genannt) meistens sehr flüchtig, daher sie auch, Wasserdampf der Luft condensirend, Rauch ausstoßen. Sie entsprechen meistens den Oxydationsstufen ihres Metalles, so daß 1 Atom Sauerstoff durch 1 Doppelatom Chlor vertreten wird, obwohl nicht immer für jedes Oxyd ein entsprechendes Chlorid existirt. Die dem Oxydule und Oxyde entsprechenden Chlorüre und Chloride sind die sogenannten Haloidsalze; die den Metallsäuren entsprechenden heißen Superchloride, z. B. Mangansuperchlorid. — Im Wasser sind die meisten Chlormetalle löslich, Silberchlorid und Quecksilberchlorür ganz unlöslich, Bleichlorid und Quecksilberchlorid aber schwer löslich. In den Auflösungen der Chlormetalle bringt salpetersaures Silberoxyd einen weißen, käsigen, am Lichte schwarz werdenden Niederschlag hervor. — Einige Chlormetalle hingegen zersetzen das Wasser wirklich, so daß Salzsäure und Metalloxyd entsteht. Dieses ist der Fall beim Chlormagnium und Chloraluminium, aus deren wässerigen Lösungen durch Abdampfen nicht mehr Wasser, sondern Salzsäure entfernt wird, während Oxyd zurückbleibt. Bei andern verbindet sich das entstehende Oxyd mit einem Antheil unzersetzten Chlormetalls, z. B. Zinnchlorür; eine solche Verbindung nennet man Oxychlorid oder basisches Chlormetall, so wie die Verbindung eines Chlormetalls mit Salzsäure ein saures Chlormetall. Die Chlormetalle, Haloidsalze, vereinigen sich auch mit andern Haloidsalzen (21.). — Die Metalle werden aus ihren Chloriden auf ähnliche Art, wie aus ihren Oxyden reducirt, als: a. Durch bloße Erhitzung. Dieses ist der Fall bei Gold, Platin, nur schwierig bei Silber, nicht mehr bei Quecksilber. Manche Chloride werden hiedurch zu Chlorüren, andere verflüchtigen sich früher, ehe ein derlei Erfolg eintritt. b. Durch ein Reductionsmittel. So wird Silber aus seinem Chloride durch Eisen reducirt, wenn auf das geschmolzene Chlorid Eisen gelegt und mit sehr ver-

dünnter Salzsäure übergossen wird; Wasserstoffgas reducirt Chloride, aber schwieriger als die Oxyde, unter Bildung von Salzsäure; Wasserdampf hingegen über glühende Chloride geleitet, verwandelt dieselben in Oxyde, während Salzsäure entweicht.

Mit Brom, Jod, Fluor. Brom und Jod sind in ihrem Verhalten zu den Metallen dem Chlor sehr ähnlich, nur stehen sie in ihrer Verwandtschaft dem letztern nach. In der Natur kommen sie nur sehr sparsam vor, als: Brommagnesium, Jodkalium, Jodnatrium. Im Allgemeinen gilt von diesen Verbindungen das von den Chloriden Gesagte. — Analog diesen Verbindungen sind auch die Fluormetalle, welche nicht so selten in der Natur vorkommen; am häufigsten findet sich das Fluorcalcium vor.

167. Mit Schwefel. Nebst den Sauerstoff- und den Chlorverbindungen sind die Verbindungen der Metalle mit dem Schwefel von großer Wichtigkeit. Die Schwefelmetalle kommen in der Natur sehr häufig vor, sie sind die gewöhnlichsten und wichtigsten Erze, als welche vorzüglich die meisten schweren unedlen Metalle vorgefunden werden. Sie führen den Namen Kiese und Blenden; erstere sind undurchsichtig und haben Metallglanz, letztere sind durchscheinend ohne Metallglanz, z. B. Schwefelkies, Kupferkies, Zinkblende u. dgl.

Die Darstellung der Schwefelmetalle auf künstlichem Wege geschieht:

a. Durch unmittelbare Vereinigung der Metalle mit dem Schwefel, wobei häufig Feuererscheinung wahrzunehmen ist. Erhitzt man z. B. in einem gläsernen Kölbchen ein Gemenge von Kupfer und Schwefel, so wird bald nach dem Schmelzen des Schwefels die Masse ins Glühen gerathen, als Zeichen des Verbindungsactes. Erhitzt man in einem Kolben Schwefel, bis dessen ganzer Hals mit dem braungelben Gase desselben angefüllt erscheint, und bringt dünn ausgewalzte Kupferblätter hinein, so entzünden sie sich, und verbrennen mit vielem Glanze. Quecksilber läßt sich schon durch bloßes Reiben mit Schwefel verbinden u. s. w. Auf diese directe Weise lassen sich Gold und Zink nicht mit dem Schwefel verbinden, auch können nicht die verschiedenen Schweflungsstufen eines Metalles auf diese Art dargestellt werden.

b. Durch Erhitzen vieler Metalloxyde mit Schwefel, gewöhnlich unter Bildung eines unterschwefligsauren (schwefligsauren) oder schwefelsauren Salzes; doch ist bei einigen die gleichzeitige Gegenwart eines Alkali hiezu nothwendig.

c. Durch Reduction der schwefelsauren Salze (der Alkalien und Erden) mittelst Kohle oder darüber geführten Wasserstoffgases in der Glühhitze, indem hiedurch Säure und Basis desoxydirt wird; auf diese Art geschieht z. B.

die Darstellung des Schwefelbariums aus Schwerspath (schwefelsaurem Baryt).

Metalloxyde werden auch in Schwefelmetalle verwandelt, wenn Schwefelwasserstoffgas oder Schwefelkohlenstoffdampf über dieselben im erhitzten Zustande geleitet wird; endlich können Metalle auch durch andere Schwefelmetalle geschwefelt werden.

Auf nassem Wege erhält man Schwefelmetalle durch Hilfe des Schwefelwasserstoffes oder Schwefelwasserstoff-Schwefelammoniums aus der Lösung ihrer Sauerstoffsalze (113.), wobei das gefällte Schwefelmetall in der Regel die dem in der Auflösung vorhanden gewesenen Oxyde entsprechende Zusammensetzung hat; einige Metalle haben jedoch mehr Schweflungs- als Oxydationsstufen (die Radicale der Alkalien und des Eisens). Die Benennung derselben, so wie ihre weiteren Verbindungen unter einander wurden im Allgemeinen schon in der Einleitung (19. u. 21. b.) besprochen.

168. Die Schwefelmetalle sind auf künstlichem Wege nur schwierig in Krystallform zu erhalten, während die in der Natur vorkommenden fast immer sehr deutliche Krystalle bilden; meistens erscheinen sie gefärbt, die künstlich bereiteten oft von ganz andern Farben als die natürlich vorkommenden; farblos sind nur die niederen Schweflungsstufen der alkalischen Metalle, die höhern derselben sind gelb.

Im Wasser sind nur die Schwefelverbindungen der Alkalien und alkalischen Erdenmetalle löslich. Diese werden an der Luft feucht, reagiren alkalisch und entwickeln den Geruch nach Schwefelwasserstoff in Folge allmälicher Zersetzung durch Kohlensäure $(KS + HO + \ddot{C}) = (\dot{K}\ddot{C} + SH)$. Die der übrigen Metalle sind unlöslich, einige derselben löslich im Schwefelalkohol.

In der Hitze bei Ausschluß der Luft sind die Schwefelmetalle meistens schmelzbar; mehre der höhern Schweflungsstufen verlieren hiebei einen Theil ihres Schwefels und treten hiedurch auf eine niedere Schweflungsstufe zurück, wie Schwefelkies; einige verflüchtigen sich unzersetzt, z. B. Spießglanz, Zinnober.

Erhitzt man die Schwefelmetalle unter Zutritt der Luft (Röstproceß), so entwickeln sie schweflige Säure (die höhern Schweflungsstufen zuerst Schwefel), und hinterlassen ein Oxyd oder ein basisches schwefelsaures Salz (beide gewöhnlich gemengt), oder das Metall regulinisch. Diese Oxydation zu schwefelsauren Salzen tritt bei manchen Schwefelmetallen in ihren niederen Schweflungsstufen schon bei gewöhnlicher Temperatur ein, wie z. B. bei Schwefelkalium, Schwefeleisen. — Die Schwefelmetalle werden auch oxydirt durch Kochen mit Königswasser oder Salpetersäure, besonders

rauchender, die meisten derselben werden von concentrirter Salzsäure unter Entbindung von Schwefelwasserstoff zersetzt.

Um die Metalle aus ihren Schwefelmetallen darzustellen, genügt nur selten die bloße Erhitzung wie beim Schwefelgold. Als Reductionsmittel dienen positivere Metalle, z. B. Eisen für Schwefelantimon; Wasserstoff, doch nur für wenige, als für Schwefelsilber. — Manche Schwefelmetalle lassen sich durch bloßes Zusammenschmelzen mit ätzenden, selbst mit kohlensauren Alkalien, wozu auch eine genau angepaßte Menge von Salpeter zugesetzt wird, reduciren. Wird außer dem Schwefel zu Schwefelsäure auch ein Theil des Metalles oxydirt, so darf dasselbe nur nach einer der eben beschriebenen Art reducirt werden. — Das Oxydiren des Schwefelmetalles auf Kosten der atmosphärischen Luft, unter Ausscheidung des Schwefels als schweflige Säure und ein nachfolgendes Reduciren des gebildeten Oxydes ist auch die Methode, die zur Darstellung der regulinischen Metalle aus ihren Kiesen und Blenden im Großen befolgt wird.

Mit Selen. Selenmetalle kommen nur sehr sparsam in der Natur vor. Das Verhalten des Selen zu den Metallen ist sehr ähnlich dem des Schwefels.

Mit Phosphor. Phosphormetalle kommen in der Natur nicht vor. Sie werden künstlich, theils durch unmittelbare Vereinigung des Metalles mit Phosphor erhalten, theils durch Reduction phosphorsaurer Metalloxyde mit Kohle, auch durch Fällung mittelst Phosphorwasserstoffgas aus deren Auflösungen. Sie oxydiren sich leicht, entbinden unter Einwirkung einer Säure Phosphorwasserstoffgas.

Mit Bor. Bormetalle kommen in der Natur nicht vor, nur wenige sind künstlich dargestellt worden. Dasselbe gilt von den Verbindungen der Metalle

mit Kiesel. Am meisten noch von Interesse ist das Dasein von Kies im Roheisen, so wie die Verbindung desselben mit Platin.

169. Mit Kohlenstoff. Auch Kohlenstoffmetalle finden sich nicht in der Natur vor. Sie bilden sich durch directe Vereinigung bei der Reduction der Metalloxyde mittelst Kohle. Hieher gehört vorzüglich Eisen, dann auch Kupfer, Mangan, Zink. Verbindungen der Metalle mit Kohlenstoff in bestimmten Proportionen erhält man durch Glühen der Cyanmetalle bei Ausschluß der Luft.

Mit Cyan. Cyanmetalle kommen ebenfalls in der Natur nicht vor. Im Allgemeinen verhält sich Cyan zu den Metallen, wie die übrigen Salzbilder, Chlor u. s. w. Die Verbindungen desselben mit den Metallen der Alkalien werden durch Glühen nicht zersetzt, sind im Wasser löslich, reagi-

ren alkalisch und riechen nach Blausäure in Folge allmälicher Zersetzung durch Kohlensäure, was jedoch in vollkommen trockenem Zustande, so wie in ihren weiteren Verbindungen zu Doppelcyaniden nicht statt findet. Durch verdünnte Säuren werden sie zerlegt, unter Entbindung von Blausäure. — Die Verbindungen des Cyans mit den schweren Metallen werden durch Glühen in Kohlenmetalle und entweichendes Stickgas verwandelt, die mit Quecksilber, Silber u. dgl. nur in Metall und Cyangas. Durch verdünnte Säuren werden sie nicht zersetzt, wohl aber unter Bildung von Blausäure, durch concentrirte Schwefelsäure und Salzsäure. Die Cyanmetalle der schweren Metalle haben die Eigenschaften, sich mit andern Cyaniden zu Doppelcyaniden zu verbinden. Hievon ist besonders diejenige Reihe von Interesse, welche von dem Eisencyanür gebildet wird. Die Zusammensetzung und Benennung derselben ist aus folgenden Beispielen zu ersehen.

$FeCy + 2KCy$,	Eisencyanür m. Kaliumcyanid;	Kaliumeisencyanür.
$FeCy + 2CuCy$,	» » Kupfercyanid;	Kupfereisencyanür.
$FeCy + 2FeCy^3$,	„ „ Eisencyanid;	Eisencyanidcyanür.
$FeCy + 2HCy$,	„ „ Cyanwasserstoffs.;	Wasserstoffeisencyanür.

Andere dafür gebräuchliche Namen sind: Eisencyankalium, Eisencyanwasserstoffsäure u. dgl. — Im aufgelösten Zustande wurden diese Verbindungen auch eisenblausaure Metalloxyde genannt, indem man den Sauerstoff und Wasserstoff des Wassers mit den einzelnen Bestandtheilen der genannten Verbindungen zusammengetreten denkt; z. B. eisenblausaures Kali (auch blausaures Eisenkali).

170. Mit Metallen. Metallgemische, Metalllegirungen (Amalgame 20.). Die in der Natur sich vorfindenden Metalllegirungen sind vorzüglich von edlen Metallen gebildet. Auf künstlichem Wege werden sie fast nur durch unmittelbare Vereinigung dargestellt; einige Amalgame jedoch auch durch doppelte Wahlverwandtschaft, z. B. das Kupferamalgam aus Kaliumamalgam mit Chlorkupfer. Meistens werden die dazu bestimmten Metalle in einem Tiegel bis zum Schmelzen erhitzt, sorgfältig umgerührt, um den Einfluß des specifischen Gewichtes so viel möglich zu heben und eine gleichartige Verbindung zu erhalten, welche nach dem Gebrauche, zu welchem die Legirung gehört, in bestimmte Formen gegossen wird. Für Gußstücke von großen Dimensionen findet nicht mehr der Tiegelguß statt, sondern man bedient sich hiezu eigener Flammenöfen, wie es an dem zugehörigen Orte besprochen werden wird.

171. Die Legirungen wurden früher bloß als mechanische Mengungen angesehen. Diese Ansicht stützte sich auf den Umstand, daß die Metalle häufig in

allen möglichen Verhältnissen sich mit einander verbinden können, daß eine geschmolzene Legirung durch den Einfluß der specifischen Gewichte im untern Theile ein größeres Verhältniß von dem specifisch schwereren Metalle enthält, als im oberen, daß aus einer Legirung durch bloße Erhitzung leicht schmelzbare Metalle sich ausscheiden, ausseigern lassen u. s. w. Allein abgesehen, daß die in der Natur vorkommenden Legirungen nach bestimmten stöchiometrischen Verhältnissen zusammengesetzt vorkommen, so tragen auch die künstlich dargestellten deutlich den Charakter einer chemischen Verbindung an sich. Hieher gehören.

a. Die Eigenschaften der Metalllegirungen zeigen sich in Bezug auf die der Bestandtheile oft so verändert, daß sie aus einer bloßen Mengung derselben bei dem angewendeten Gewichtsverhältnisse sich nicht erklären lassen. Die Farbe; z. B. 1 Thl. Nickel und 2 Thle. Kupfer liefern ein silberweißes Metallgemische. — Die Härte; sie ist meistens größer, als die der einzelnen Metalle, z. B. Roheisen wird durch einen kleinen Gehalt an Kupfer fest und hart; Kupfer wird härter und elastischer durch das weiche Zinn im Kanonenmetalle. Meistens sind die Legirungen auch spröder, zuweilen aber auch dehnbarer. — Die Schmelzbarkeit; die meisten Metallgemische sind leichter schmelzbar, als die sie constituirenden Metalle für sich, z. B. Darcet's und Rose's leichtflüssige Metallgemische aus Wismuth, Blei und Zinn (im Verhältnisse von 8:5:3 und 2:1:1), welche schon beim Siedpunkt des Wassers schmelzen; Anwendung der Legirungen zum Löthen. — Das specifische Gewicht der Legirungen ist bald größer, bald kleiner, als es die Rechnung gibt, ganz so wie es bei chemischen Verbindungen wegen der bei der Vereinigung statt findenden Verdichtung oder Dilatation der Fall ist, daher umgekehrt aus dem specifischen Gewichte einer Legirung kein sicherer Schluß auf die Quantitätsverhältnisse der einzelnen Metalle gemacht werden kann, z. B. Kupfer und Blei werden expandirt, Kupfer und Zinn hingegen verdichten sich.

b. Auch auf künstlichem Wege lassen sich Metallgemische in bestimmten stöchiometrischen Verhältnissen erhalten, und deuten daher auf eine chemische Zusammensetzung.

Beobachtet man nämlich an einem geschmolzenen und langsam erkaltenden Metallgemische (z. B. Zinn und Blei nach verschieden abgeänderten Mengenverhältnissen) mittelst eines eingesenkten Thermometers das Sinken der Temperatur, so findet man, daß dieselbe auf einem gewissen Punkte einige Zeit stationär bleibt, und dann erst nach einem abermaligen Sinken zum zweitenmale stationär wird, wobei die ganze Masse

erstarrt. Bei genauerer Untersuchung ergibt sich, daß auch im ersten Falle ein Theil des Gemisches erstarrte, und daß folglich die gebundene Wärme es war, welche bei diesem Uebergange aus dem flüssigen in den starren Zustand frei werdend, die Temperatur der ganzen Masse während des Erstarrens dieses Theiles stationär erhielt; gleichwie Wasser bei fortdauernder Erkältung so lange auf 0° bleibt, bis alles fest, d. i. zu Eis geworden ist, worauf erst ein weiteres Sinken der Temperatur eintreten kann. Jener fest gewordene Theil, wodurch das Ganze eine brei- oder mörtelartige Consistenz erhielt, kann durch vorsichtiges Abgießen des flüssigen Antheiles von dem letztern getrennt werden, und es zeigt sich derselbe, nämlich der leichtflüssige, immer von derselben Zusammensetzung, wenn die Metalle auch in verschiedenen Verhältnissen zusammengeschmolzen wurden, wogegen der erste Erstarrungs- oder Ausscheidungspunkt nach diesen Verhältnissen ein wechselnder war. Auf diese Art hat man eine Verbindung von 1 At. Wismuth und 1 At. Zinn dargestellt, welche bei 114²/₅°, ferner 1 At. Zink, 2 At. Blei, 9 At. Zinn (vielleicht $ZnSn^3 + 2PbSn^3$), welche bei 134²/₅° erstarrt u. s. w. — Hiemit stimmet überein, daß aus Legirungen ein Metall von dem andern durch Aussseigern nicht ganz getrennt werden kann. Wenn man nämlich eine Legirung von zwei Metallen, deren Schmelzbarkeit bedeutend verschieden ist, und welche gerade nicht besondere Verwandtschaft zu einander haben, oder worin das leichter schmelzbare in überwiegender Menge vorhanden ist, anhaltend einer Temperatur aussetzt, welche den Schmelzpunkt des leichtflüssigen Metalls übersteigt, den des Compositums aber noch nicht erreicht, so wird das leichtflüssige Metall oder eine bestimmte leichtflüssige Verbindung beider Metalle herausgeschmolzen werden, während das strengflüssige gewöhnlich mit einem kleinen bestimmten Antheile des ersteren verbunden, zurückbleibt. Dieses ist der Fall mit Zinn und Kupfer, Blei und Kupfer. Ist noch ein drittes Metall vorhanden, so folgt es, wenigstens größtentheils, dem leichter schmelzenden, wenn es zu demselben Verwandtschaft hat. So wird silberhaltiges Kupfer, um daraus das Silber abzuscheiden, mit einer gewissen Menge Blei zusammengeschmolzen. Erhitzt man nun diese Composition bis zu einem gewissen Grade, so zerfällt sie in zwei Verbindungen, wovon der größte Theil des Bleies mit dem Silber und sehr wenig Kupfer abseigert, während das Kupfer mit einem kleinen Antheil von Silber und Blei verbunden zurückbleibt. So läßt sich aus Wismuthamalgam das überflüssige Quecksilber durch sämisch gegerbtes Leder pressen, wodurch ein krystallisirbares Amalgam in bestimmtem Mengenverhältnisse der Bestandtheile zurückbleibt u. s. w.

c. Endlich begleitet auch Wärmeentwicklung, die zuweilen bis zur Feuererscheinung steigt, den Verbindungsact der Metalle, so wie den anderer Körper, und setzet denselben auf diese Weise in die Reihe der chemischen Processe, z. B. Platin in dünnen Plättchen mit Zinn zusammengeschmolzen, gibt eine außerordentliche Hitze, welche die der meisten Oxydationen übertrifft. Geschmolzenes Kupfer, auf einmal mit geschmolzenem Zink zusammengemischt, erhitzen sich so sehr, daß ein Theil der Mischung herumgeschleudert wird.

Aus den angeführten Thatsachen geht genügend heraus, daß die meisten Metalle nach der verschiedenen Quantität, in der sie zusammengeschmolzen werden, auch verschiedene chemische Verbindungen bilden, welche unter sich und mit dem überschüssig vorhandenen Metalle gemengt sind, oder sich in einander in einer der Auflösung ähnlichen Art vertheilt befinden, und an deren Gleichförmigkeit die Art und Schnelligkeit des Abkühlens großen Antheil hat. Auf diese Art wird es erklärlich, daß die Legirungen von allen Gesetzen bestimmter Verhältnisse entfernt zu sein scheinen.

172. Hieher gehört auch das **Löthen**, welches im Wesentlichen darin besteht, daß Metallstücke, gleicher oder verschiedener Natur, mittelst eines im geschmolzenen Zustande zwischen deren Oberflächen gebrachten Metalles, des **Lothes**, vereiniget werden.

Die feste Anhaftung des Lothes hängt nicht von einer bloßen oberflächlichen Adhäsionskraft gegen das gelöthete Metall ab, sondern beruht hauptsächlich darauf, daß das geschmolzene Loth gleichsam eine auflösende Kraft auf die Löthstelle ausübt und sich mit der äußersten Schichte des Gelötheten wirklich chemisch verbinde, legire, wodurch in dem kleinen Raume zwischen dem Lothe und dem angrenzenden Metalle eine solche Mischung entsteht, daß ein Uebergang von einem in das andere Metall statt findet. Es ist daher auch nothwendig, daß nicht nur das Loth in dem geschmolzenen Zustande sich befinde, sondern daß auch das zu löthende Metall an den Löthstellen angemessen erhitzt werde (denn ein Tropfen des Lothes würde auf der kalten Oberfläche des andern gar nicht oder nur sehr unvollkommen haften), so wie auch die Nothwendigkeit einer größern Leichtflüssigkeit für das Loth hervorgeht, um die Form des zu löthenden Gegenstandes nicht zu zerstören. In manchen Fällen ist auch die Anforderung, daß das Loth an Farbe jener des Gelötheten so nahe als möglich komme, ein Umstand, der aber aus wichtigen Rücksichten nicht immer beachtet wird, z. B. wo möglichst große Festigkeit gefordert wird.

Man unterscheidet in den Künsten hauptsächlich zwei Arten von Loth.

a. Das Weichloth oder Schnellloth, das aus leicht schmelzbaren Metallen besteht. Es wird angewendet, wo die Gegenstände keiner zu großen Hitze ausgesetzt werden dürfen, und wo überhaupt nicht besondere Festigkeit gefordert wird. Hieher gehört das gewöhnliche Schnellloth, auch Zinnloth genannt. Die Zusammensetzung desselben ist veränderlich, nach derselben wechselt auch der Schmelzpunkt.

1 Thl. Zinn und 2 Thle. Blei (starkes Schnellloth) schmilzt bei 182°,
1 » » » 1 » » » » 151°,
2 » » » 1 » » (schwaches ») » » 137°,
63 » » » 37 » » was mit 3 Atom Zinn und 1 Atom Blei übereinstimmt, schmilzt bei 149°, Sickerloth; es ist seiner besondern Dünnflüssigkeit wegen vorzüglich zu gebrauchen. Diese Mischung, obwohl durch bloßes Zusammenschmelzen der Metalle am bequemsten zu bereiten, ist diejenige Legirung, welche, wenn gleiche Theile Zinn und Blei zusammengeschmolzen werden, beim allmälichen Erkalten noch etwas länger flüssig bleibt, wenn sich auch ein Theil der Legirung schon als körniger Brei ausgeschieden hat, und welche daher abgegossen werden kann, wobei sie aus den Poren der körnigen Masse heraussickert.

Es werden auch noch bleiärmere Mischungen, als die genannten, auch Zinn allein, ferner eine Mischung von Zinn, Blei und etwas Wismuth, angewendet. Das aus Zinn und Blei bestehende Gemisch eignet sich besser als jedes andere zum Löthen aller in den Gewerben verarbeiteten Metalle (Eisen, Kupfer, Messing, Zinn, Zink, Blei, Weißblech), mit Ausnahme des Gußeisens, an dem es schlecht haftet, so daß überhaupt keine brauchbare Weichlöthung dafür möglich zu sein scheint.

b. Hartloth, Schlagloth, ein strengflüssigeres, härteres Metallgemisch, das einer ziemlich bedeutenden Erhitzung beim Gebrauch der gelötheten Gegenstände widerstehet, auch das Biegen und Hämmern derselben gestattet. Das Schlagloth besteht aus Kupfer und Zink, zuweilen auch etwas Zinn in verschiedenen Verhältnissen, als gelbes (streng- und leichtflüssig), ferner halbweißes, weißes zum Löthen von Eisen, Stahl, Kupfer. — Zum Löthen von Eisen dient auch Kupfer allein oder Pakfong; ferner löthet man Platin mit feinem Golde; Gold mit einer Legirung von Gold und Silber oder Gold und Kupfer; Silberarbeiten, so wie auch feinere Arbeiten von Kupfer, Messing, Eisen, Stahl mit dem sogenannten Silberlothe aus Silber und Kupfer, auch aus Silber, Kupfer und Zink (hartes und weiches); Pakfong mit einer Legirung von Pakfong und Zink.

Bei dem Löthen selbst ist nothwendig, daß die Löthstellen rein von Oxyd sind, und auch während der Operation so bleiben, daher auch die Luft von dem heißen Metalle abgehalten werden muß. Dieses wird entweder dadurch erreicht, daß man die zu löthende Stelle, nachdem das Loth dazwischen gebracht ist, mit Lehm umklebt, dann trocknet und erhitzt, oder man bedient sich hiezu einer schmelzenden Substanz, die sowohl die Löthstelle und das Loth deckt und somit die Luft abhält, als auch das noch etwa vorhandene Oxyd reducirt. Derlei Substanzen sind Borax, besonders beim Hartlöthen, wo stärkere Erhitzung gefordert wird, Salmiak, Harz u. dgl. Manchesmal wendet man auch Glaspulver statt des Borax an, nur ist es nicht leicht von den Löthstellen loszumachen und macht die Feilen stumpf.

Mit dem Löthen hat auch das Ueberziehen eines Metalles mit einem andern die größte Uebereinstimmung, als: das Verzinnen eiserner und kupferner Geräthe; das Verzinken, Vergolden und Versilbern. Verschieden hingegen davon ist das Plattiren, wobei ein starres Metall auf ein anderes durch Aufwalzen in der Hitze anhaftend gemacht wird. Plattirung des Kupfers mit Silber, Gold, Platin (siehe bei diesen Metallen).

Salze.

173. Im Zusammenhange mit jedem einzelnen Metalle und dessen Verbindungen der ersten Ordnung wird auch die Vereinigung der letzteren zu Verbindungen der höhern Ordnung, nämlich zu Salzen, abgehandelt werden. — Nachdem bereits in der Einleitung (21. 41. u. 43.) der Begriff eines Salzes, so wie deren Benennungsweise und Eintheilung gegeben wurde, so bleibt hier nur Einiges, die Eigenschaften und das Verhalten der Salze im Allgemeinen betreffend, zu erörtern.

Da außer den Sauerstoffsalzen die übrigen Amphidsalze, als: Schwefelsalze u. s. w. als nicht von besonderem Interesse für die gegenwärtige Abhandlung, mit sehr wenig Ausnahmen übergangen werden, so wird im Folgenden, unter dem Ausdrucke Salz nur immer ein Sauerstoffsalz verstanden werden.

Die Haloidsalze, als die Verbindung eines Metalles mit einem Salzbilder, Chlor u. s. w., welche übrigens mit den Sauerstoffsalzen eine merkwürdige Uebereinstimmung haben, werden, in so ferne sie von Wichtigkeit sind, als binäre Verbindungen, Chloride u. s. w., bei jedem einzelnen Metalle abgehandelt werden.

174. Alle Salze sind bei der gewöhnlichen Temperatur starr, daher ohne Geruch; Ausnahmen wie beim kohlensauren Ammoniak, rühren nur von Verflüchtigung eines Bestandtheiles in Folge einer fremden Einwirkung oder von Verunreinigung durch eine flüchtige Beimengung her. Sie kom-

men unter verschiedenen Färbungen, theils durchsichtig, theils undurchsichtig vor. Im Allgemeinen ist das Salz farblos, wenn Säure und Basis ungefärbt sind; selbst bei manchen gefärbten Oxyden ist das Salz farblos, wenn nur die Säure es ist; z. B. die Salze von dem gelben Bleioxyde, von dem rothen Quecksilberoxyde. Häufig aber erzeugen gefärbte Oxyde gefärbte Salze. Die Farbe ist in diesem Falle jener ähnlich, die das Oxyd im Hydratzustande zeigt, ist aber auch davon abhängig, ob das Salz wasserfrei ist, oder chemisch gebundenes Wasser enthält; z. B. Eisen-, Kupfersalze. Gefärbte Säuren, wie die Chromsäure, bilden meistens gefärbte Salze.

175. Die Salze sind im Wasser theils löslich, theils unlöslich. Erstere bringen eine Geschmacksempfindung hervor, die so charakteristisch ist, daß man oft ein Salz von dem andern unterscheiden, oder doch die Gattung angeben kann, wohin es gehört. So ist der Geschmack der verschiedenen Kalisalze sehr verschieden, eben so der Natronsalze; für die ganze Gattung der Talksalze ist es ein charakteristisches Kennzeichen, einen bittern Geschmack zu haben; für die Salze der Thonerde ist ein adstringirender Geschmack eigenthümlich; die Salze der schweren Metalle haben im Allgemeinen einen sehr unangenehmen, scharfen, zusammenziehenden Geschmack, welcher mit dem Namen Metallgeschmack bezeichnet wird, und nun wieder insbesondere bei Bleisalzen zuerst zuckerartig, bei Eisensalzen tintenartig, bei Quecksilbersalzen ätzend ist u. s. w. — Wenn ein Salz im Wasser aufgelöst wird, so nimmt man häufig entweder eine Temperaturerhöhung oder Erniedrigung wahr; letztere erfolgt durch Latentwerden derjenigen Wärmemenge, welche das starre Salz zu seinem Uebergange in die flüssige Form nöthig hat, erstere hingegen entsteht in Folge einer wahren chemischen Verbindung des Salzes mit den ersten Antheilen Wasser. Beträgt in diesem Falle die Wärme, welche das Salz durch seine Verbindung mit dem Wasser erzeugt, mehr, als zu seinem Uebergange in die flüssige Form nothwendig ist, so wird dieser Ueberschuß fühlbar. Es entsteht daher insbesondere durch Auflösung derjenigen Salze, welche schon Hydrat- oder Krystallwasser enthalten, Kälte, während, wenn dieselben Salze im wasserfreien Zustande angewendet werden, häufig Temperaturerhöhung beobachtet werden kann, z. B. bei krystallisirtem und wasserfreiem Glaubersalz, bei Chlorcalcium u. s. w. — Wenn man das Wasser statt in der flüssigen Form in der starren, als Schnee oder Eis, dem Salze oder einem andern mit dem Wasser in Folge großer Verwandtschaft mischbaren Stoffe darbietet, so ist die Erniedrigung der Temperatur weit beträchtlicher. Hierauf beruhen die sogenannten Kälte erregenden Mischungen, z. B.:

Bei einer Mischung von Gewichtstheilen	fällt die Temperatur
5 Salmiak, 5 Salpeter und 16 Wasser	von + 10 bis — 10°
5 » 5 » » 5 Glaubersalz . .	» + 10 » — 12 ½
3 Glaubersalz und 2 verdünnte Salpetersäure . .	» + 10 » — 12
5 » » 4 » Schwefelsäure .	» + 10 » — 14
8 » » 5 » Salzsäure	» + 10 » — 14
1 Kochsalz und 1 Schnee	» + 0 » — 14
3 salzsaurer Kalk und 2 Schnee	» + 0 » — 36
1 verdünnte Schwefelsäure und 1 Schnee	» + 5 » — 41

Nebst dem, daß andere Verhältnisse in den angegebenen Quantitäten ein minder günstiges Resultat geben, ist auch nothwendig, daß die Salze und das Eis sehr fein zertheilt (daher Schnee dem Eise vorzuziehen ist), und selbst so tief, als früher thunlich ist, abgekühlt seien, und daß die Vermengung sehr schnell und innig geschehe; auch muß das Salz bereits so viel Wasser aufgenommen haben, als es chemisch zu binden im Stande ist, wie aus dem Obigen hervorgeht.

Die Löslichkeit eines Salzes wird nach der beim Wasser im Allgemeinen angegebenen Art bestimmt, und es ist nebst Anführung der Temperatur, unter welcher die Angabe statt findet, noch hinzuzusetzen, ob es für das wasserfreie oder das mit Wassergehalt krystallisirte Salz zu gelten habe. — Für manche Salze fand man die Unterschiede der bei verschiedenen Temperaturen gelösten Mengen eines Salzes proportionirt der Temperaturzunahme, so daß durch $a + bt$ die von 100 Thln. Wasser bei irgend einem Temperaturgrade t gelöste Menge des Salzes gegeben ist, wenn a die bei 0° gelöste, b die für jeden Temperaturgrad zuwachsende Menge des Salzes bezeichnet; z. B. für schwefelsaures Kali ist $8.36 + 0.2176t$, für Chlorbarium $32.62 + 0.339t$ u. s. w. — Bei manchen Salzen hingegen ergibt sich ein stärkerer Zuwachs von Löslichkeit, z. B. beim salpetersauren Baryt, salpetersauren Kali, chlorsauren Kali, so daß die Löslichkeit dieser Salze in einer graphischen Darstellung sich nicht mehr, wie bei den genannten, durch eine gerade Linie darstellen ließe, sondern durch eine rasch in die Höhe wachsende Krumme, wozu die Temperaturzunahme die Abscisse, die gelöste Salzmenge die Ordinate gibt. — Bei noch andern, z. B. dem schwefelsauren Natron u. s. w., zeigt sich der merkwürdige Umstand, daß dessen Löslichkeit nur bis 26.4° steigt, und bei noch höherer Temperatur wieder abnimmt. Endlich sind einige Salze im kalten und heißen Wasser gleich oder doch beinahe gleich löslich, z. B. das Chlornatrium.

Wenn Wasser mit einem Salze gesättiget ist, so kann es gewöhnlich von einem anderen Salze nichts mehr aufnehmen; zuweilen aber läßt es eine bestimmte Menge des ersten fallen und nimmt dafür einen Theil des letztern auf. In manchen Fällen wird die auflösende Kraft des Wassers für irgend ein Salz dadurch, daß es mit einem andern Salze gesättiget wird, nicht verändert; z. B. eine bestimmte Menge Wasser löset gleich viel Kochsalz, es mag im reinen Zustande oder früher mit Salpeter gesättiget angewendet werden. Endlich kann sogar die auflösende Kraft des Wassers für ein Salz durch vorhergehende Aufnahme eines andern Salzes noch gesteigert werden, z. B. kochsalzhaltiges Wasser löset mehr Salpeter auf, als reines Wasser. Dieses letztere scheint durch gegenseitige theilweise Zersetzung und Bildung eines leichter löslichen Salzes, in diesem Falle des salpetersauren Natrons, bewirkt zu sein. — Die Schnelligkeit, mit der ein Salz im Wasser sich löset, ist mit der Menge, in welcher es geschieht, gewöhnlich gleichlaufend. Erstere hängt jedoch nicht von der Natur des Salzes und der Temperatur des Wassers allein ab, wie die letztere, sondern auch von dem Cohäsionszustande des Salzes (daher ein Salz, wenn es krystallisirt ist, sich langsamer löset), von der Größe der Berührungsflächen, daher man die Auflösung durch Pulvern des Salzes zu beschleunigen sucht, so wie durch Umrühren, um die concentrirten und daher minder wirksamen Theile des Wassers mit den noch wenig Salz enthaltenden Schichten zu vermischen.

S a l z l a u g e n, wie die Lösungen der Salze im Wasser genannt werden, sind durchsichtig, haben meistens die Farbe des wasserhaltigen krystallisirten Salzes, so wie auch dessen Geschmack. Die Salzlaugen besitzen ein größeres specifisches Gewicht, ein besseres Leitungsvermögen für Wärme und Elektricität, meistens einen tiefern Gefrierpunkt und einen höhern Siedpunkt als reines Wasser, daher auch letzteres bei der gewöhnlichen Temperatur schneller verdampft, als wenn es mit Salz verbunden ist.

Wenn einer Salzlauge das zur Lösung des Salzes nothwendige Wasser entweder durch Abdampfen mittelst künstlich zugeführter Wärme, oder durch freiwilliges Verdampfen an der Atmosphäre, oder in der Guerike'schen Leere, oder durch fremde Verwandtschaftskräfte entzogen wird, so kehrt es wieder in den starren Zustand zurück. Kann das Wasser im heißen Zustande mehr auflösen, als im kalten, so muß aus einer in höherer Temperatur gesättigten Lauge schon beim bloßen Erkalten ein entsprechender Theil des Salzes starr ausgeschieden werden. Geschieht nun dieser Rücktritt in den starren Zustand ohne äußere Störung, so daß die kleinsten Theilchen

dem Bestreben der Cohäsionskraft vollkommen folgen können, so schießen die Salze vorzugsweise vor andern Körpern in regelmäßige Gestalten, Krystalle, an.

176. Verhalten an der Atmosphäre. Viele Salzkrystalle verlieren in trockener, warmer Luft ihr Krystallwasser (ganz oder nur zum Theil), und mit diesem ihre Durchsichtigkeit, manchmal ihre Farbe, endlich auch ihre Cohäsion und zerfallen zu Pulver, d. i. sie verwittern, fatisciren, z. B. Glaubersalz. Andere Salze hingegen ziehen Wasser aus der Atmosphäre an und zerfließen, deliquesciren, z. B. kohlensaures Kali, Chlorcalcium. Sowohl das Verwittern, als das Zerfließen hängt von dem Feuchtigkeitsgrade der Luft ab; je kleiner dieser, desto leichter erfolgt unter übrigens gleichem Temperaturgrade die Verwitterung, desto weniger aber zerfließt ein dem Zerfließen unterworfenes Salz. Diejenigen Salze endlich, welche weder Wasser aus der Atmosphäre anziehen, noch abgeben, nennet man luftbeständig, z. B. salpetersaures und chlorsaures Kali. — Einige Salze erleiden durch den Einfluß des Sauerstoffes der Atmosphäre eine höhere Orydation, entweder ihrer Säure, oder ihrer Basis; im erstern Falle bleibt das neugebildete Salz in demselben Sättigungsverhältnisse, als es früher war, im letztern wird es mehr basisch; z. B. neutrale schwefligsaure Salze werden an der Atmosphäre in neutrale schwefelsaure Salze umgewandelt, hingegen das neutrale schwefelsaure Eisenorydul in basisch schwefelsaures Eisenoryd.

177. Verhalten in der Wärme. Unter Beihilfe von Wärme erfolgt das Entweichen des chemisch gebundenen Wassers so wie die erwähnte höhere Orydation der Salze weit schneller, als bei der gewöhnlichen Temperatur; mechanisch zwischen den Krystallen eingeschlossenes Wasser bewirkt, indem es sich in Dampf verwandelt, ein Zerspringen, Verknistern der Krystalle, was mit einem eigenen Geräusche erfolgt. — Manche, Krystallwasser enthaltende Salze schmelzen bei höheren Hitzegraden in demselben, Wasserfluß, wonach sie, wenn sich alles Wasser verflüchtiget hat, wieder trocken werden. Mehre derselben erleiden bei noch weiter gesteigerter Hitze eine zweite Schmelzung, die nun ohne Beihilfe von Wasser erfolgt und Feuerfluß genannt wird, z. B. essigsaures Natron. In den Feuerfluß gehen auch Salze über, welche wegen Mangel an Krystallwasser des ersteren nicht fähig sind, z. B. salpetersaures und chlorsaures Kali. — Manche Salze sind in höherer Temperatur flüchtig und können daher sublimirt werden, wie Salmiak, wogegen andere eine theilweise Verflüchtigung oder Zersetzung erleiden; z. B. die meisten der kohlensauren Salze, salzsaure

Bittererde u. s. w. lassen in der Glühhitze ihre Säure, phosphorsaures Ammoniak aber seine Basis fahren; bei salpetersauren Salzen wird die Säure, bei chlorsauren aber Säure und Basis zersetzt.

178. Verhalten gegen Elektricität. Die Salze sind Isolatoren für die Elektricität, wenn sie kein freies Wasser enthalten; durch Befeuchten mit Wasser werden sie leitend, so wie sie auch im Stande sind, das Leitungsvermögen des Wassers, in dem sie sich auflösen, bedeutend zu erhöhen. — Werden Salze dem Strome einer Volta'schen Säule ausgesetzt, so werden sie zerlegt; die Säure erscheint an dem mit dem + Pole in Verbindung stehenden Drahte, die Basis an dem andern, oder, jene erscheint an der Anode, diese an der Kathode, wie diese Austrittswege der Elektricität auch genannt werden. Setzt man eine Lösung von schwefelsaurem Natron durch angefeuchtete Asbestfäden nach einer Seite mit einer blauen, nach der andern mit einer gerötheten Lackmustinctur in leitende Verbindung und senket den vom + Pole herkommenden Draht in die blaue, den andern in die geröthete Tinctur, so wird man an dem Blauwerden dieser und an dem Rothwerden jener das Erscheinen der beiden aus einander getretenen Bestandtheile ersichtlich haben. Wären die beiden Polardrähte in eine Lösung von schwefelsaurer Bittererde geführt worden, so würde die ausgeschiedene Basis, die Bittererde, als unlöslicher Körper zu sehen sein, während die frei gewordene Säure in der Lösung durch ihre Reaction auf Lackmus entdeckt würde. Da hiebei gleichzeitig das Wasser, worin das Salz aufgelöst ist, zersetzt wird, so werden diejenigen Basen, welche den Sauerstoff nicht zu fest gebunden halten, durch den am — Pole zugleich auftretenden Wasserstoff reducirt und erscheinen im metallischen Zustande. So erhält man wohl bei der Elektrolysirung des schwefelsauren Kupferoxyds am + Pole die Säure und den Sauerstoff des Wassers, am — Pole jedoch erscheint metallisches Kupfer. Hat der ausgeschiedene Stoff Verwandtschaft zu dem als Polardraht gebrauchten Metalle, so tritt er mit demselben in Verbindung (29. d.). — Das häufig als dünne, leicht zerreibliche Schichte, oder pulverförmig, zuweilen dendritenartig, auch warzenförmig sich absetzende Metall kann unter Einwirkung schwacher elektrischer Kräfte und unter Beobachtung besonderer Vorsichtsmaßregeln, mittelst welcher die Ausscheidung sehr langsam und gleichförmig erfolgt, selbst als compacte Schichte nach der Form des als Kathode gebrauchten Metallstückes erhalten werden. Hierauf beruhet die Galvanoplastik und das galvanische Vergolden, Versilbern u. s. w.

Unter Galvanoplastik versteht man das Verfahren, nach welchem in Folge vor sich gehender Elektrolysirung des schwefelsauren Kupferoxyds Gebilde von Kupfer erzeugt werden, an denen jede Erhöhung und Vertiefung, welche auf dem als Kathode gebrauchten metallischen Körper sich befinden, bis auf die feinsten Lineamente abgedrückt erscheinen. Auf diese Art können Münzen, Medaillen, gravirte Metallplatten u. dgl., auf das vollkommenste, und zwar nach Belieben erhöhet oder vertieft wieder gegeben werden. Wendet man nämlich das Original unmittelbar als Kathode an, so erscheint die Copie vertieft, wenn jenes selbst, wie bei einer Münze, erhaben war, und erst ein von diesem abgenommenes Gebilde wird dem Originale entsprechend sein. Man kann aber auch gleich das erstemal diesen Zweck erreichen, wenn man einen Abdruck des Originals in einem leichtflüssigen Metallgemische (am besten aus 8 Thln. Wismuth, 8 Thln. Blei und 3 Thln. Zinn bestehend) als Kathode anwendet; auch ein Abdruck in Gips oder Stearin genügt, wenn dessen Oberfläche durch Auftragen von feinem Graphit leitend gemacht worden ist. — Zur Hervorbringung des elektrischen Stromes bedient man sich eines Daniell'schen sogenannten constanten Elements, für größere Gegenstände stellet man deren mehre zusammen, und führt die beiden Polardrähte in ein eigenes, mit concentrirter Kupfervitriollösung gefülltes Zersetzungsgefäß, nachdem man die abzubildende Münze o. dgl. an die Kathode, und eine Kupferplatte an die Anode befestiget hat. Hiedurch wird in dem Maße, als Kupfer sich aus dem Kupfervitriol metallisch an die Kathode absetzt, das an der Anode befindliche Kupfer durch Hilfe des Sauerstoffes und der Schwefelsäure, die sich daselbst ablagern, aufgelöst, so daß dieses gleichsam von der Anode zur Kathode wandert. Die Anode umgibt man mit Leinwand, um durch die sich ablösenden Theilchen beim zu Grunde gehen derselben die Kathode nicht zu verunreinigen. Als flüssigen Leiter für das Element wählt man für die Kupferzelle eine concentrirte Kupfervitriollösung, für die Zinkzelle verdünnte Schwefelsäure oder Kochsalzlösung. Man überläßt das Ganze mehre Tage sich selbst, indem man nur von Zeit zu Zeit (allenfalls nach 24 Stunden) die Säure erneuert, und die Lösung von Kupfervitriol in dem Elemente auf die ursprüngliche Concentrirung zurückführt, was auch durch Einhängen einiger Krystalle dieses Salzes in der obern Schichte der Zelle erreicht wird. Es ist nothwendig, in den Schließungskreis eine Boussole einzuschalten, um mittelst derselben die Stärke des Stromes zu erkennen, welcher weder über eine gewisse Grenze hinausgehen soll, noch zu viel geschwächt sein darf. — Man kann auch den abzubildenden Körper selbst als Electromotor anwenden, und ein Volta'sches Element aus diesem und einem durch Kupferdraht mit demselben in Verbindung gesetzten Zinkstücke bilden. Man nimmt hiezu ein mit Kupfervitriol gefülltes Gefäß, stellet in dasselbe einen porösen Thoncilinder, oder einen mit thierischer Blase am untern Ende geschlossenen Glascilinder, füllet letzteren mit sehr verdünnter Schwefelsäure, und senkt die beiden das Element bildenden Metalle in die zugehörigen Flüssigkeiten ein, wodurch derselbe Erfolg statt findet.

Auf ähnliche Art wie in der Galvanoplastik wird der galvanische Strom angewendet zur Vergoldung und Versilberung von Silber, Kupfer, Messing u. s. w. Die Apparate sind ebenfalls die im Vorhergehenden genannten Daniell'schen Batterien mit constanter Wirkung; in die Zersetzungszelle gibt man eine stark verdünnte Lösung derjenigen Metalle, welche auf die Oberfläche anderer aufzutragen sind. Die an ihrer Oberfläche vollkommen rein geputzten Gegenstände, welche einen Ueberzug erhalten sollen, werden in diese Flüssigkeit so viel möglich hohl eingelegt, und mit dem vom — Pole herkommenden Polardraht durch bloßes Andrücken desselben in leitende Verbindung gebracht, während der andere in der Nähe des Gegenstandes herumgeführt wird, ohne ihn jedoch damit zu berühren. Dieses Eintauchen darf jedoch nur sehr kurze Zeit dauern, worauf der Gegenstand herausgenommen, und mit einem Leinwandlappen gut abgerieben wird. Dieses Eintauchen und Abreiben wiederholt man desto öfter, je dicker die Schichte des Metalles werden soll. Stahl wird zu diesem Zwecke früher verkupfert.

Zur galvanischen Vergoldung wird empfohlen: 1 Thl. trockenes Chlorgold, 10 Thle. eisenblausaures Kali, 100 Thl. Wasser; das Ganze wird gekocht, die Flüssigkeit von dem gebildeten Niederschlage abfiltrirt, und die etwa vorhandene freie Säure durch Zusatz von kohlensaurem Kali unwirksam gemacht. — Zur Versilberung auf diesem Wege nimmt man 1 Thl. Cyansilber (durch Fällung des salpetersauren Silbers mittelst Cyankalium), 10 Thl. eisenblausaures Kali und 100 Thle. Wasser. Auf demselben Wege hat man Metalle auch mit Platin, Zinn, Zink und Kupfer überzogen; den Ueberzug mit letzterem hat man besonders auf Eisen versucht und sich hiezu des Cyankupfers in Cyankalium gelöst, bedienet. (Jacobi's Galvanoplastik. — Der Galvanismus in seiner technischen Anwendung seit 1840 von Dr. M. Knobloch.)

179. Die Eigenschaften eines Salzes sind zum Theil durch die Säure, zum Theil durch die Basis bedingt, es zeigen daher auch alle Salze ein und derselben Basis eine gewisse Uebereinstimmung in ihren Eigenschaften, und eben so haben alle Salze ein und derselben Säure, sie mag mit was immer für einer Basis in Verbindung stehen, einen gemeinschaftlichen Charakter. Die dem Salze vermöge der Basis zukommenden Eigenschaften werden bei Abhandlung eines jeden einzelnen Metalles und dessen basenfähigen Oxyden besprochen werden, die durch die Säure bedingten folgen für die wichtigsten Gattungen der Salze, im Nachstehenden.

Salpetersaure Salze. (Nitrate.) Diese sind mit Ausnahme einiger basischen sämmtlich im Wasser löslich, sie werden durch Hitze zerstört, indem die Säure mehr oder weniger zerlegt, als Sauerstoffgas und salpetrige Säure, Stickstoffoxydgas oder selbst Stickstoffgas davon gehet, und die Basis höher oxydirt, oder selbst im reinen Zustande zurückläßt, in so fern sie nämlich nicht selbst durch die Hitze reducirbar ist. Noch leichter tritt diese Zer-

setzung ein, wenn sie mit brennbaren Körpern erhitzt werden, mit denen sie hiebei verpuffen; der sich hiebei entbindende Sauerstoff wird zur Oxydation des brennbaren Körpers verwendet. Hat das entstandene Oxyd die Eigenschaft einer Säure, so bleibt es mit der Basis des Salzes verbunden zurück. — So verpuffen diese Salze mit glühender Kohle (gewöhnliches Entdeckungsmittel derselben), indem sich Kohlenoxydgas und Kohlensäure bildet, wodurch ein kohlensaures Salz zurückbleibt; auf gleiche Art mit Schwefel, Phosphor, Arsenik, Antimon u. s. w., indem ein schwefelsaures, phosphors. u. s. w. Salz entsteht. Ferner erleiden diese Salze eine Zersetzung durch Schwefelsäure, was zum Theil schon bei der gewöhnlichen Temperatur statt findet. — Zur Erkennung eines salpetersauren Salzes (außer der angegebenen Methode, die Verpuffung zu beobachten, wenn es gepulvert auf glühende Kohle gestreut wird), setzt man zur Auflösung des zu untersuchenden Salzes nur so viel einer Indigolösung, daß sie blau gefärbt erscheint, und einige Tropfen Schwefelsäure; beim Erhitzen der Flüssigkeit färbt sich dieselbe sodann gelb, im Falle ein salpetersaures Salz vorhanden war. Die Empfindlichkeit dieser Probe wird noch sehr gesteigert, wenn man der Flüssigkeit vor dem Zugießen der Schwefelsäure einen Tropfen Salzsäure zusetzt oder etwas Kochsalz darin löset. Auch durch Vermischung der Auflösung des Salzes mit Salzsäure, nachdem man etwas Blattgold hinzu gegeben hat, erkennt man ein salpetersaures Salz, indem sich das Gold durch das auf diese Art gebildete Königswasser auflöset. — Einige wenige salpetersaure Salze kommen in der Natur gebildet vor, als: salpetersaures Kali, Natron, Kalk, Bittererde; die übrigen sind Erzeugnisse der Kunst.

Chlorsaure Salze. Die Salze dieser Klasse haben viele Aehnlichkeit mit den vorhergehenden. Da aber nur das chlorsaure Kali allein für die gegenwärtige Abhandlung von Interesse ist, so wird bei diesem das Uebereinstimmende mit den Eigenschaften des salpetersauren Kali, sammt den dazwischen statt findenden Abweichungen aufgezählt werden. — In der Natur kommen die chlorsauren Salze niemals schon gebildet vor.

Schwefelsaure Salze. Die neutralen und sauren Salze dieser Gattung sind im Wasser löslich, ausgenommen die Verbindungen dieser Säure mit Baryt, Strontian, Kalk und Bleioxyd, welche theils sehr schwer, theils ganz unlöslich sind. — In den, selbst sehr verdünnten Auflösungen der schwefelsauren Salze entsteht durch die Auflösung eines Barytsalzes (salpetersaurer, essigsaurer Baryt oder Chlorbarium) ein weißer Niederschlag von schwefelsaurem Baryt, der im Wasser und in Säuren, Sal-

petersäure, Salzsäure, unlöslich ist. Durch die Hitze werden die neutralen schwefelsauren Salze nicht zersetzt, wenn die Basis ein Alkali, eine alkalische Erde oder Bleioxyd ist; die der übrigen Basen aber erleiden mehr oder minder leicht die Zersetzung in schweflige Säure und Sauerstoff, welche als Gas davon gehen, und in zurückbleibendes Oxyd, wenn es nicht selbst durch Hitze reducirbar ist; z. B. die Verbindung der Schwefelsäure mit Silberoxyd hinterläßt reines Silber, und die mit Quecksilberoxyd gar keinen Rückstand. Mit Kohle gemengt der Glühhitze ausgesetzt, werden auch die alkalischen Salze auf die Art zersetzt, daß Schwefelmetalle zurückbleiben; dasselbe erfolgt auch durch Wasserstoffgas. — In der Natur kommen viele schwefelsaure Salze gebildet vor, als: schwefelsaurer Baryt, Kalk, dessen Vorkommen besonders häufig ist; z. B. schwefelsaures Kupfer- und Zinkoxyd (Kupfer- und Zinkvitriol) u. s. w.

Kohlensaure Salze. Von den Salzen der Kohlensäure sind nur die mit alkalischer Basis im Wasser löslich und zeigen alkalische Reaction; Kalk-, Strontian- und Barytwasser bringen in deren Lösungen weiße in Salpetersäure lösliche Niederschläge hervor. Die übrigen kohlensauren Salze sind im neutralen Zustande unlöslich, werden aber in kohlensaurem Wasser als doppelt kohlensaure Salze aufgelöst (75.). Die kohlensauren Salze mit Ausnahme der von den stärksten Basen (160.) verlieren durch mehr oder weniger Hitze ihre Kohlensäure, die als Gas davon gehet; auch werden sie durch beinahe alle anderen Säuren zerlegt, wobei die Kohlensäure unter Aufbrausen entweicht. Ist die Menge des kohlensauren Salzes in einer Auflösung sehr klein, so findet das Aufbrausen nicht statt, da die allmälich frei werdende Kohlensäure mit dem noch unzersetzten Antheil des Salzes als doppelt kohlensaures Salz verbunden bleibt; erst wenn die Säure in hinlänglicher Quantität, oder die zu untersuchende Lösung in die Säure gegossen wird, findet die Austreibung der Kohlensäure statt. Da die davon gehende Kohlensäure keinen besonders charakteristischen Geruch hat, auch nicht weiße Nebel an einem mit Ammoniak benetzten Glasstab bildet, so wird sie hiedurch von andern gasförmigen Säuren, welche auf diese Art aus ihren Verbindungen ausgetrieben werden, unterschieden, z. B. von der Salzsäure, Schwefelwasserstoffsäure.

Pflanzensaure Salze. Die Pflanzensäuren behalten auch in ihren Verbindungen mit Basen die Zerstörbarkeit durch Hitze; sie geben hiebei, je nachdem atmosphärische Luft Zutritt hat oder nicht, die Producte der Verbrennung oder trockenen Destillation (siehe dort), und hinterlassen die Basis rein, oder in kohlensaurem Zustande mit Kohle gemengt oder selbst

reducirt. Im aufgelösten Zustande entmischen sich mehre derselben, indem sich die Säure in Schleim verwandelt und ein kohlensaures Salz gebildet wird.

Von der Zerstörung durch Hitze sind nur wenige ausgenommen, z. B. essigsaures Ammoniak, das sich unzersetzt verflüchtiget, essigsaures Kupferoxyd, das die Säure zum Theil oder ganz unzersetzt fahren läßt.

180. Bei der Abhandlung der Metalle insbesondere wurde die oben (142.) aufgestellte Klassifikation beibehalten, nämlich:

a. Leichte Metalle oder Metalle der Alkalien (alkalischen Erden) und Erden.

b. Schwere Metalle.

Die erste Abtheilung zählt die dahin gehörigen Metalle nach ihrer Ordnung in der elektrochemischen Reihe, vom Kalium angefangen auf, und schließt mit der Abhandlung über Salpeter, dessen Vorkommen, Gewinnung, Reinigung u. s. w., und über Schießpulver und ähnliche Mischungen. — In der folgenden Abtheilung der schweren Metalle, worin vieler der technisch unwichtigen nur sehr wenig gedacht wurde, ist eine von wissenschaftlicher Eintheilung unabhängige Ordnung gewählt worden, wie aus dem Inhalte zu ersehen ist.

Leichte Metalle

oder

Metalle der Alkalien und Erden.

1. Kalium.

181. **Kalium**, K, 48.9, war unter den übrigen Alkali- und Erdenmetallen das erste, welches von H. Davy (1807) auf elektrischem Wege dargestellt wurde, indem er geschmolzenes, und der bessern Leitungsfähigkeit wegen, mäßig befeuchtetes Kali zwischen die Polardrähte einer Volta'schen Säule brachte. Am — Pole schied sich das neue Metall in Kügelchen aus, am + Pole entband sich Sauerstoffgas. Um zu verhindern, daß das neu erhaltene Metall sich entzünde und wieder verbrenne, läßt man den vom — Pole herkommenden Draht in Quecksilber enden, was in einem Grübchen des Kalistückchens liegt, wodurch man Kaliumamalgam erhält; durch Destillation wird das Quecksilber sodann abgeschieden. — Später fand man, daß das Kali durch Eisen in der Weißglühhitze und auch, so wie die Oxyde anderer Metalle, durch Kohle reducirt werde; letztere Methode ist die gegenwärtig allgemein angewendete. Man nimmt hiezu die schwarze Masse, die durch Verkohlung eines pflanzensauren Kalisalzes, gewöhnlich des Weinsteines, zweifach weinsteinsaures Kali, erhalten wird, und aus kohlensaurem Kali und sehr fein vertheilter Kohle besteht, menget dieselbe noch warm mit $\frac{1}{10}$ ihres Gewichtes grob gepulverter Holzkohle und füllet dieses Gemenge in eine schmiedeiserne Flasche, die in einen gut ziehenden Windofen horizontal eingelegt wird. Durch einen kurzen, aber weiten Hals steht die Flasche mit einer kupfernen Vorlage in Verbindung, welche mit Steinöhl gefüllt wird, und so eingerichtet sein muß, daß durch sie hindurch ein Bohrer geführt werden kann, um den Hals, der sich während des Ganges der Operation zuweilen verstopft, ausbohren zu können; durch Eis muß dieselbe fortwährend kalt erhalten werden. Bei hinlänglich gesteigerter Hitze geht unter Entbindung von Kohlenoxydgas Kalium in grünen Dämpfen über, und condensirt sich in Tropfenform unter dem Steinöhl der Vorlage,

welche erst, wenn sich diese Dämpfe zeigen, an die Flasche angesteckt wird. Zugleich wird eine schwarze unschmelzbare Masse, die nicht genau gekannt ist, mit übergeführt, und diese ist die Ursache der erwähnten Verstopfung, was an dem Aufhören der Gasentwicklung erkannt wird. Sie tritt besonders dann ein, wenn der Hals der Flasche und der Vorlage zu lang sind, und ersterer daher durch die Hitze des Ofens nicht hinlänglich glühend erhalten wird. Ist man nicht mehr im Stande, diese fest gewordene Masse zu durchbohren, so vermindert man die Hitze, indem man durch Herausziehen der Roststäbe (wozu der Ofen eingerichtet sein muß) die Kohlen in den untern Raum fallen läßt, und unterbricht auf diese Art die Operation. Man muß sich sehr hüten, beim Ausbohren Feuchtigkeit in die Masse zu bringen, da hiedurch eine starke Explosion entstehen würde. Die Operation ist zu Ende, wenn die Gasentbindung aufhört, ohne daß Verstopfung die Ursache davon ist. — Um das erhaltene Kalium von dem Kohlenstoffe, den es chemisch gebunden hält, zu befreien, unterwirft man dasselbe bei der Rothglühhitze einer Destillation aus einer Retorte von Schmiedeisen oder auch von Porzellan. Dasselbe geschieht auch mit der schwarzen Masse, aus der man auf diese Art ebenfalls noch etwas Kalium erhalten kann.

Das Kalium ist zinnweiß, stark glänzend, hat eine Dichte von 0.86. Es ist bei 0° spröde, bei 16° weich und geschmeidig, schmilzt bei 46° und verflüchtiget sich noch vor der Rothglühhitze in grünen Dämpfen. An der Luft verliert es schnell seinen Glanz, so daß frische Schnittflächen augenblicklich bläulich werden; in Folge der weiter schreitenden Oxydation überzieht es sich dann allmälich mit einer Rinde von Kalihydrat; es muß daher in gut gereinigtem Steinöhl, welches keinen Sauerstoff enthält, aufbewahrt werden. Erhitzt verbrennt es mit röthlicher Flamme unter Ausstoßung alkalischer Dämpfe. — Mit Wasser oder Eis in Berührung gebracht, oxydirt es sich sehr schnell auf dessen Kosten, wobei es als feurige Kugel auf demselben herumgetrieben wird. Die Wärmeentwicklung des Oxydationsprocesses ist nämlich so groß, daß das entweichende Wasserstoffgas in der Berührung mit der Luft verbrennt, und zwar mit röthlicher Flamme, was auf mit verbrennendes Kalium deutet. Ist kein freies Oxygen vorhanden, so unterbleibt die Feuererscheinung; dieses ist der Fall, wenn man es unter Quecksilber in einen Recipienten bringet, in dessen oberen Theil etwas Wasser aufsteigen gelassen wurde, wo sodann nebst dem alkalisch reagirenden Wasser freies Wasserstoffgas zu finden ist.

Das Kalium hat großes wissenschaftliches Interesse. Es ist der positivste Körper in der elektrochemischen Reihe, und übertrifft daher, wenigstens unter gewissen Umständen, alle andern Stoffe an Verwandtschaft zum Sauerstoffe, und auch zu einigen andern sehr negativen Körpern, z. B. zum Chlor. Man benützt es daher als kräftiges Reductionsmittel zur Darstellung einiger Körper aus ihren schwer zu reducirenden Oxyden, als: der Borsäure, Kiessäure, auch mehrer der folgenden Alkali- und Erdenmetalle, oder um die Zusammensetzungen einiger Verbindungen zu erforschen, z. B. des Kohlenoxydgases, des Stickstoffoxyduls und Oxydes; ferner ist es zur Entzündung von Pulversätzen unter Wasser in Vorschlag gebracht worden.

182. Kalium und Sauerstoff. Das Kalium verbindet sich mit dem Sauerstoffe in drei verschiedenen Verhältnissen zu Suboxyd $\not{K}$, Oxyd $\dot{K}$, und Superoxyd $\ddot{K}$; das erste, das zu Oxyd verbrennt, und das letzte, welches umgekehrt 1 At. Sauerstoff leicht abgibt, sind von geringer Wichtigkeit.

Kaliumoxyd, Kali, $\dot{K}$. Es kommt in der Natur an verschiedene Säuren gebunden, häufiger im Pflanzenreiche als im Thierreiche, vor. Auch mehre Fossilien, die in der Technik Anwendung finden, enthalten an Kiessäure gebundenes Kali, als Feldspath, Glimmer u. a. m.; sie besitzen dadurch die Eigenschaft, zu schmelzen und zu verglasen. — Wasserfreies Kali kann nur durch Verbrennen des Kaliums in trockener Luft oder im Sauerstoffgase erhalten werden. Ist dasselbe einmal mit Wasser in Berührung getreten, so kann dieses nicht mehr durch bloße Erhitzung gänzlich ausgetrieben werden. — Die Darstellung des Kalihydrats geschieht, indem man dem kohlensauren Kali die Kohlensäure durch ätzenden Kalk entzieht. Man löset hiezu das kohlensaure Kali in 7 bis 10 Theilen Wasser auf, und setzet, während die Lauge im Kochen erhalten wird, 1 bis 1½ Theil frisch gebrannten Marmor oder Kalk, den man früher mit Wasser gelöscht, und zu einem Brei angemacht hat, in kleinen Portionen unter stetem Umrühren nach und nach zu. Der sich der Kohlensäure bemächtigende Kalk fällt unauflöslich zu Boden, während das ätzend gewordene Kali in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt. Zeigt eine kleine Probe von dieser filtrirten Flüssigkeit, wenn sie in Schwefelsäure getröpfelt wird, kein ferneres Aufbrausen, oder wird sie durch Kalkwasser nicht mehr getrübt, so ist die Umwandlung des Ganzen vollendet. Zu wenig Wasser darf zur Auflösung des kohlensauren Kali nicht genommen werden, indem nicht nur der Kalk der concentrirten Kalilösung die Kohlensäure nicht entzieht, sondern bei 4 Thln. Wasser sogar umgekehrt ätzendes Kali auf kohlensauren Kalk dieselbe Wirkung

ausübt. Die Flüssigkeit wird, sobald sich in einem gut geschlossenen Gefäße der kohlensaure Kalk gehörig zu Boden gesetzt hat, mittelst eines Hebers abgezogen, in einer silbernen oder eisernen Schale eingedampft, und endlich bis zum ruhigen Flusse geschmolzen.

Um chemisch reines Kali zu erhalten, muß vollkommen reines kohlensaures Kali, das durch Glühen von Salpeter und Weinstein erhalten wurde, und frisch gebrannter Marmor hiezu verwendet, die Operation selbst aber in silbernen Gefäßen vorgenommen werden. Wo es auf einen kleinen Gehalt an fremden Salzen im Kalihydrat nicht ankommt, kann man hiezu eine Lösung der Pottasche in gleichen Theilen Wasser, der sodann das übrige nothwendige Wasser noch zugesetzt wird, und gewöhnlich gebrannten Kalk nehmen, so wie auch blanker eiserner Kessel sich bedienen. Um aber auch auf diesem wohlfeileren Wege möglichst reines Kali zu erhalten, dampfet man die ätzend gewordene Lauge nur bis zur Honigdicke ein, gießet Alkohol zu, läßt das Ganze noch einmal aufkochen, und dann in wohl verschlossenen Gefäßen ruhig stehen. Hier theilt sich das Gemenge in drei Schichten. Der Alkohol hält das Kali gelöst und bildet die oberste, die fremden Salze der Pottasche bilden im Wasser gelöst, die nächst folgende Schichte, und endlich am Boden liegen unlöslicher Kalk, Kieselerde u. s. w. nebst den Salzen, die nicht genug Wasser finden. Die oberste braune alkalische Flüssigkeit wird sodann vorsichtig in eine Retorte abgezogen, der Alkohol größtentheils abdestillirt, die concentrirte Flüssigkeit zuletzt in einem silbernen Tiegel bis zum ruhigen Flusse geschmolzen, und entweder auf ein Blech oder in Formen zu federkielartigen Stängelchen ausgegossen. Das so dargestellte Kali enthält nur einen sehr geringen Antheil von Chlorkalium und kohlensaurem Kali, welch letzteres durch Zersetzung des Alkohols entstanden ist. Kali muß in wohl verstopften Flaschen aufbewahrt werden, um Anziehung von Feuchtigkeit und Kohlensäure zu verhüten.

Aetzkalilauge wird im Großen auch auf die Art bereitet, daß man Pottasche oder Holzasche mit der gehörigen Quantität Kalk mengt und auslaugt. Die Stärke solcher Laugen wird durch das Aräometer geprüft, da aber die Dichtigkeit derselben nicht bloß durch die Menge des Kali, wonach die Scale construirt ist, sondern auch durch die andern Salze, die in dieser Rohlauge, nebst dem sie braun färbenden Extractivstoffe, vorhanden sind, hervorgebracht wird; so gewährt diese Prüfung keine Genauigkeit. Eine mehr sichere Angabe wird gemacht, durch das Quantum einer Säure, welche zur Neutralisation des Kali erfordert wird, wie bei der Prüfung der Pottasche beschrieben werden wird. Manchmal begnügt man sich in diesem Falle aus der Tiefe des Einsinkens eines Eies, oder aus dem mehr oder minder fetten Anfühlen, oder gar nur

aus dem Geschmacke, bei sehr schwachen Laugen, einen Schluß auf ihre Anwendbarkeit zu machen.

183. Kalihydrat, $\dot{K} + aq = 70.24$, Aetzkali, Aetzstein, ist eine grauweiße spröde Masse. Es hat einen scharfen brennenden Geschmack und wirkt ätzend auf die thierische Haut. Die Verwandtschaft zur Kohlensäure und zum Wasser (wie schon oben bemerkt wurde) ist sehr groß. Es löset sich daher unter Wärmeentwicklung im Wasser auf, und schmilzt Eis und Schnee; im Alkohol ist es zu einer braunen Flüssigkeit löslich. Das Kali schmilzt noch vor der Rothglühhitze, bei stärkerer Erhitzung verflüchtigt es sich vollkommen als Kalihydrat in ätzenden Dämpfen. Das Kali löset Schwefel und auch einige Schwefelmetalle auf, z. B. Spießglanz, ferner Kieselerde, Thonerde, gibt mit Oehlen und Fetten weiche lösliche Seifen, auch mit Wachs und Harz, bleichet Farben, zerstört thierische Gebilde, als Haut, Haare, Seide, Wolle u. dgl., und macht sie schlüpfrig anzufühlen, indem es seifenartige Zusammensetzungen mit denselben bildet. Laugen, die derlei Stoffe aufgelöst enthalten, verbreiten einen sehr üblen Geruch. — Das Kali wird bei chemischen Untersuchungen als Reagens angewendet, sowohl zur Erkennung als auch zur Trennung der Oxyde der schweren Metalle in ihren Lösungen, ferner bei der Analyse kieselhaltiger Mineralien zur sogenannten Aufschließung derselben, endlich dienet es zum Bleichen, zum Seifensieden, als Aetzstein in der Chirurgie u. s. w.

184. Kalium und Schwefel. Erhitzt man Schwefel in einem gläsernen Kolben, bis der ganze Hals desselben mit dem braungelben Schwefelgase gefüllt ist, und bringet dann an einem Drahte Kalium hinein, so findet die Vereinigung desselben mit dem Schwefel unter Erglühen statt.

Einfach Schwefelkalium, KS. Diese Verbindung wird durch Desoxydation des neutralen schwefelsauren Kali mittelst Kohle oder Wasserstoffgases erhalten. Im ersten Falle glüht man das gepulverte und mit ¼ seines Gewichtes Kienruß gemengte Salz in einem bis auf eine kleine Oeffnung lutirten Tiegel, so lange sich Kohlenoxydgas entbindet; im zweiten leitet man über das in einer Porzellanröhre glühend gehaltene Salz so lange Wasserstoffgas, als sich Wasser bildet. — Dieses Schwefelkalium ist eine dunkelrothe Masse, an der Luft zerfließend, im Wasser ohne Abscheidung von Schwefel löslich, dabei alkalisch reagirend. An der Luft oxydirt es sich allmälich zu unterschwefligsaurem Kali, erhitzt verbrennt es wieder zu schwefelsaurem Kali; durch Säuren wird es ohne Abscheidung von Schwefel zersetzt, Schwefelwasserstoffgas entbindend. Diese Schweflungsstufe ist

es auch, welche bei der Verbrennung des Schießpulvers, mit Kohle u. s. w. gemengt, im Rückstande bleibt.

Hat man bei der Darstellung derselben mittelst Kohle mehr von der letztern genommen (auf 1 Thl. Salz 2 Thl. Kienruß), so ist das nach starkem Glühen erhaltene, mit überschüssiger fein vertheilter Kohle gemengte Präparat ein sehr wirksamer Pyrophor, der sich, an die Luft gebracht, unter Funkensprühen entzündet. (Ein Weiteres beim Schießpulver.) Diese pyrophorische Eigenschaft ist der schnellen Condensation zuzuschreiben, welche das, durch die eingemengte Kohle in dem Zustande der feinsten Vertheilung befindliche Schwefelkalium auf die umgebende Luft und deren Wasserdampf ausübt, wodurch so viele Wärme erzeugt wird, daß das Schwefelkalium sich entzünden kann. — Auch durch Glühen von Alaun (schwefelsaure Kali-Thonerde) mit Kienruß oder mit Mehl, Zucker u. dgl. erhält man ein ähnliches Präparat; die Thonerde, deren Schwefelsäure hiebei als schwefligsaures Gas ausgetrieben wird, übt so wie die Kohle, gewissermaßen nur einen mechanischen Einfluß aus, indem sie die nothwendige feine Vertheilung des Schwefelkaliums bewirkt; denn das Präparat leistet auch dieselbe Wirkung, wenn nicht mehr Kohle genommen wird, als gerade zur Zerstörung der schwefligsauren Salze nothwendig ist, wodurch das erhaltene rothbraune Präparat keine Spur von Kohle hat. Schwefelsaure Thonerde allein, ohne das Kalisalz, gibt keinen Pyrophor.

Diese Schweflungsstufe ist eine Schwefelbasis, sie verbindet sich mit Schwefelwasserstoff zu Schwefelwasserstoff-Schwefelkalium, Kaliumsulfhydrat. Diese Verbindung erhält man durch Verbrennen von Kalium in Schwefelwasserstoffgas oder durch Einwirkung des letztern auf eine Lösung von Kali; sie hat als Reagens Anwendung.

Zweifach Schwefelkalium, KS^2, durch Reduction des zweifach schwefelsauren Kali mit Kohle; es besitzt eine pomeranzengelbe Farbe, ist im Wasser löslich, entbindet durch Säuren Schwefelwasserstoffgas unter Abscheidung eines Atoms Schwefel. An der Luft oxydirt es sich durch Aufnahme von Sauerstoff zu unterschwefligsaurem Kali.

Außerdem gibt es noch ein dreifach, vierfach und fünffach Schwefelkalium. Ihre Lösungen im Wasser werden durch Säuren zersetzt, Schwefelwasserstoffgas wird entbunden, und 2, 3 oder 4 At. Schwefel ausgeschieden. An der Luft oxydiren sie sich wie das vorige, wodurch ebenfalls Schwefel, und zwar 1, 2 oder 3 Atome ausgeschieden werden. — Durch Zusammenschmelzen von kohlensaurem Kali mit 0.58 oder 0.94 Schwefel erhält man ein Gemenge von drei- oder fünffach Schwefelkalium mit schwefelsaurem Kali, Schwefelleber genannt. 3 Thle. des Kali geben ihren Sauerstoff zur Oxydation eines Theiles des Schwefels her, und die hiedurch gebildete Schwefelsäure tritt mit dem vierten Theile des Kali zu schwefel-

saurem Kali zusammen, während 3 Theile des reducirten Kaliums mit dem übrigen Schwefel drei- oder fünffach Schwefelkalium bilden; die Kohlensäure entweicht hiebei als Gas. Diese Verbindungen sind leberbraune Massen, die schnell Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, und in Folge der Einwirkung der Kohlensäure der Atmosphäre den Geruch nach Schwefelwasserstoffgas verbreiten. Durch Anziehen von Sauerstoffgas, so wie durch den Zusatz von Säuren findet der oben angegebene Erfolg statt. — Auch durch Kochen von Kalilauge mit Schwefel im Ueberschuß, bildet sich fünffach Schwefelkalium nebst unterschwefligsaurem Kali.

Nebst dem kennet man zwei Schweflungsstufen, welche Verbindungen zweier anderer zu sein scheinen, nämlich K^2S^7 und K^2S^9 ($KS^2 + KS^5$ und $KS^4 + KS^5$).

185. Salze. Die Salze des Kaliums sind im Wasser auflöslich, an der Luft entweder beständig oder mehr zum Zerfließen als Verwittern geneigt; sie enthalten weniger häufig Krystallwasser, als Salze anderer Basen. In den concentrirten Auflösungen derselben entsteht durch Weinsteinsäure ein krystallinischer Niederschlag von schwer löslichem, zweifach weinsteinsaurem Kali, so wie durch eine spirituöse Auflösung von Platinchlorid ein gelber Niederschlag eines schwer löslichen Doppelsalzes; im letzten Falle muß man aber von der Abwesenheit des Ammoniaks überzeugt sein, da dasselbe die nämliche Reaction mit dem Platinpräparate ausübt, daher die Probe mit dem vorher geglühten Salze angestellt werden muß.

186. Chlorkalium, Kaliumchlorid, (salzsaures Kali, Digestivsalz) KCl. Dieses Salz findet sich im Meerwasser, in den meisten Salzsoolen, auch in der Asche der Vegetabilien, jedoch nicht in sehr beträchtlicher Menge; es ist die gewöhnliche Verunreinigung des Salpeters und des chlorsauren Kali, welche nur durch wiederholtes Umkrystallisiren hinweggeschafft wird. Es wird bei der Darstellung der genannten Salze, so wie auch bei andern chemisch technischen Operationen als Nebenproduct gewonnen, z. B. aus der Mutterlauge der Salinen, als Seifensiederfluß u. s. w. — Das Chlorkalium ist dem Kochsalze ähnlich, dessen Geschmack und Krystallform es hat, nur ist es auflöslicher und erzeugt mehr Kälte bei seiner Auflösung als dieses; 1 Thl. fein gepulvertes Chlorkalium in 4 Thln. Wasser bringt die Temperatur um 11.4° C. herab, Chlornatrium hingegen unter denselben Umständen nur um 1.9°. Dieses Salz wird zu Frostmischungen gebraucht.

Auf dem erwähnten großen Unterschiede in der Kälte erregenden Eigenschaft des Kalium- und Natriumchlorids beim Auflösen im Wasser beruht das Verfahren, ein Gemenge beider quantitativ zu untersuchen. Man löset hiezu

50 Gr. von dem getrockneten Gemenge in 200 Gr. destillirtem Wasser auf, und beobachtet mittelst eines in Zehntelgrade getheilten Thermometers die Abnahme der Temperatur. Für jeden Zehntelgrad, um welchen das Thermometer tiefer sinket als 1.9 C., ist sodann 1.05263 Procente an Chlorkalium zu rechnen; die Ergänzung auf 100 gibt die Kochsalzprocente; z. B. die Temperaturabnahme sei 8.3°, so sind $(8.3-1.9) \times 10 \times 1.05263 = 67.37$ Procente Chlorkalium in dem untersuchten Gemenge.

Cyankalium (blausaures Kali), KCy. Es wird durch Rothglühen des seines Krystallwassers früher beraubten Eisencyankaliums dargestellt; das Eisencyanür wird hiebei zersetzt, das zurückbleibende Kaliumcyanid schmilzt und läßt sich von dem entstandenen Kohleneisen durch Auslaugen trennen. Die Auflösung reagirt alkalisch, riecht nach Blausäure, indem diese Verbindung durch die Kohlensäure der Atmosphäre allmälich, besonders rasch beim Erwärmen zersetzt wird. Es findet Anwendung bei der galvanischen Vergoldung und Versilberung (178.).

Kalium-Eisencyanür, (eisenblausaures Kali, gelbes Blutlaugensalz) 2KCy + FeCy. Im Großen wird diese Verbindung dargestellt, indem thierische stickstoffhaltige Substanzen, als Blut (daher der ältere Name Blutlauge und Blutlaugensalz), Abfälle von Horn, Leder u. s. w. entweder getrocknet oder bis auf einen gewissen Punkt verkohlt, mit Pottasche gemengt und unter Zusatz von Eisen (Hammerschlag, Drehspäne u. s. w.) oder in eisernen Kesseln, welche dadurch nach und nach zu Grunde gehen, geglüht werden. Die erhaltene Masse wird mit heißem Wasser ausgelaugt und abgedampft. Das Kalium-Eisencyanür krystallisirt in quadratischen Säulen oder Tafeln von rein citronengelber Farbe mit 3 At. Wasser, das durch Erwärmung auf 80° entweicht; im gepulverten Zustande ist es weiß. Es dienet als Reagens auf verschiedene Metallsalze und ist dasjenige Cyanpräparat, aus dem alle andern Cyanpräparate, als Cyankalium, Cyanquecksilber, Berlinerblau u. s. w. bereitet werden.

Kalium-Eisencyanid, rothes Blutlaugensalz, $3KCy + FeCy^3$. Diese Verbindung wird erhalten, wenn durch eine Lösung des vorigen Salzes so lange Chlorgas geleitet wird, als noch die Lösung eines reinen Eisenoxydsalzes davon blau gefärbt wird. Beim Abdampfen scheidet sich diese Verbindung in wasserfreien rothen Säulen ohne Krystallwasser aus. Auch dieses Salz dient als Reagens auf mehre Metallsalze.

187. Kohlensaures Kali, neutrales, $K\ddot{C}$. Es wird erhalten: a. Durch Erhitzen des zweifach kohlensauren Kali, wobei die Hälfte der Kohlensäure entweicht. Das auf diese Art dargestellte verdient bei analytischen Versuchen den Vorzug. b. Durch Glühen von Weinstein oder essig-

saurem Kali in eisernen Gefäßen. Die Pflanzensäure wird hiebei zerstört und liefert Kohlensäure, und bei nicht hinlänglichem Zutritt der Atmosphäre Kohle; erstere tritt an das Kali, letztere bleibt mit der Masse gemengt. c. Durch Glühen von Weinstein und Salpeter oder auch von Salpeter und Kohle, die man gemengt in einen glühenden eisernen Tiegel nach und nach einträgt. In dem einen Falle verbrennt die Weinsteinsäure auf Kosten des Sauerstoffes der zersetzten Salpetersäure und bildet Kohlensäure, welche mit dem Kali beider Salze verbunden bleibt; im andern Falle verbrennt die Kohle auf dieselbe Art, wodurch ebenfalls kohlensaures Kali entsteht. Das durch Verbrennen von gleichen Theilen Weinstein und Salpeter bereitete kohlensaure Kali führt den Namen weißer Fluß, das durch Verbrennen von 2 Thl. Weinstein und 1 Thl. Salpeter entstandene, schwarzer Fluß, da unverbrannte Kohle die Masse schwarz färbt. Durch Auslaugen, Filtriren und Abdampfen wird das kohlensaure Kali aus diesen erhaltenen Massen rein dargestellt.

Das kohlensaure Kali ist eine weiße starre Masse, schmeckt scharf, aber nicht ätzend, reagirt alkalisch. Es hat große Verwandtschaft zum Wasser, ziehet daher Feuchtigkeit an, und zerfließt zu einem öhlartigen Körper (Weinsteinöhl); es löset sich in gleichen Theilen Wasser auf, ist aber unlöslich im Alkohol. In lichter Rothglühhitze schmilzt es.

Zum technischen Gebrauche wird das kohlensaure Kali durch Einäscherung von Pflanzen und Auslaugen der daraus entstandenen Asche gewonnen. Diese Pflanzenasche enthält nebst dem kohlensauren Kali auch noch andere lösliche Salze, als: schwefelsaures Kali, Chlorkalium, die dem ersteren beim Auslaugen folgen; ferner kohlensauren Kalk, Thonerde, Kieselerde, manchmal etwas Bittererde, Eisen- und Manganoxyd. Die Asche wird theils aus verschiedenen Feuerungsanstalten, wo man Holz oder Holzkohle brennt, gesammelt, theils werden Holz, Zweige, Blätter u. dgl. in eigenen Gruben oder auch in Oefen so vollständig als möglich verbrannt. Diese Asche wird sodann auf eine ähnliche Weise, wie bei der Gewinnung des Salpeters näher beschrieben werden wird, ausgelaugt, und die erhaltene Lauge bis zur Trockenheit eingedampft. Die durch Extractivstoff und brenzliches Oehl von nicht vollkommen verbrannten Theilen braun gefärbte starre Salzmasse, rohe Pottasche, kommt in diesem Zustande gewöhnlich nicht in Handel, kann aber doch in Salpetersiedereien und auf Glashütten gebraucht werden. — Zur vollständigen Verflüchtigung des Wassers und zur Zerstörung der anhängenden vegetabilischen Substanzen wird die rohe Pottasche in eigenen Oefen, Calciniröfen, (früher in eigenen Töpfen, Pott

der altdeutschen Sprache) einer schwachen Rothglühhitze ausgesetzt, wodurch sie mit dem Verluste von 0.10 bis 0.20 im Gewichte in calcinirte Pottasche umgewandelt wird.

Die calcinirte Pottasche, welche alle lösliche Salze der Holzasche nebst etwas Thon- und Kieselerde enthält, ist eine feste Masse von weißer, etwas ins Bläuliche gehender Farbe (Perlasche), mitunter auch mit grünlichen und röthlichen Flecken, von Mangan- und Eisenoxyd herrührend, daher die Farbe, als zufällig, kein Zeichen für die Güte derselben ist. Um aus dieser unreinen Pottasche zu verschiedenen Zwecken ein hinlänglich reines kohlensaures Kali darzustellen, so übergießt man dieselbe mit dem gleichen Gewichte Wasser, und läßt sie unter öfterem Umrühren längere Zeit stehen. Nach dem Absetzen des ungelöst bleibenden Rückstandes filtrirt man die Lauge, und dampft sie bis zum Erscheinen eines Salzhäutchens ab. Beim Erkalten scheiden sich Chlorkalium und schwefelsaures Kali aus; durch weiter geführtes Abdampfen kann man diese fremden Salze größtentheils abscheiden, und die rückständige Lauge enthält nun vorzugsweise kohlensaures Kali allein.

Da es sowohl für die Preisbestimmung der Pottasche, als auch zur richtigen Ausführung derjenigen Operationen, bei denen dieselbe verwendet wird, von Wichtigkeit ist, ihren Gehalt an kohlensaurem Kali, als dem eigentlichen Werthvollen zu kennen, so muß man sie einer besondern Prüfung unterwerfen. Das hiezu gebrauchte Prüfungsmittel ist Schwefelsäure, und man schließt aus der Menge der zur Neutralisation einer bestimmten Quantität Pottasche nothwendigen Säure auf den Gehalt an kohlensaurem Kali, da es bekannt ist, daß 100 Thle. concentrirter Schwefelsäure von der Dichte 1.850, von kohlensaurem Kali 96.1 Thl. zu neutralisiren im Stande sind. Um diese Untersuchung bequem und mit wenig Zeitaufwand, aber doch mit der gehörigen Genauigkeit auszuführen, bereitet man sich zuerst eine Normalprobesäure aus 1 Thl. Schwefelsäure von 1.850 und 9 Thln. Wasser, und füllet zur Ausführung der Untersuchung eine kleine Flasche mit einer bestimmten Gewichtsmenge derselben an, deren Volum an der Flasche ein- für allemal eingeritzt sein kann. Von der zu untersuchenden Pottasche löset man sodann 100 Grane in 5 bis 6mal so viel Wasser auf, und gießet nun zu dieser Lösung von jener Probesäure bis zur erfolgten Neutralisation. Der Gewichtsabgang der Probesäure, der sich bei der Untersuchung verschiedener Sorten von Pottasche ergibt, zeigt den relativen Werth der Pottasche an kohlensaurem Kali an. Beträgt z. B. dieser Verbrauch an Schwefelsäure einmal 45, ein andermal 56 Grane, so würde der Gehalt an kohlensaurem Kali in diesen zwei Sorten sich wie 45:56 ver-

halten; will man aber den absoluten Werth, d. i. den wahren Gehalt an kohlensaurem Kali kennen, so darf man nur den zehnten Theil dieses Gewichtsverbrauches an Schwefelsäure (da sich nur $1/_{10}$ concentrirte Säure in derselben befindet) mit dem oben ausgesprochenen Verhältnisse in Proportion zusammenstellen; hiedurch erhält man für den Werth in diesen beiden Fällen 43.25 und 53.8, wegen $100:96.1=4.5:x$, und $100:96.1=5.6:x$.

Hat man sich zu dieser Untersuchung ein eigenes Probeglas, $3/_4$ Zoll weit und 12 bis 14 Zoll hoch, Alkalimeter, vorbereitet, daß es bis zu einem bestimmten Punkte 1 Thl. concentrirte Säure und 9 Thle. Wasser faßt, hat man ferner diesen Raum in 100 gleiche Theile getheilt, und die Beschreibung dieser Eintheilung von oben nach unten an der Außenseite des Glases angebracht, so kann man, wenn zur Auflösung von 100 Gr. Pottasche die Probeflüssigkeit aus dem graduirten Glase bis zur eingetretenen Neutralisation zugegossen wird, die Menge der verbrauchten Säure von demselben ablesen, und hiedurch den relativen Werth verschiedener Sorten von Pottasche mit Ersparung des Wägens, erfahren; durch Rechnung erhält man den absoluten Werth derselben, gerade wie im vorigen Falle. (Alkalimetrisches Verfahren nach Decroizilles.) Um aber auch diese Rechnung zu ersparen, und den wirklichen Gehalt unmittelbar vom Alkalimeter ablesen zu können, so bereitet man sich die Probeflüssigkeit auf die Art, daß die Menge, welche das Alkalimeter davon zu fassen im Stande ist, genau 104 Gr. an concentrirter Schwefelsäure enthält (die Größe der Grade ist willkürlich, und es ist nur darauf zu sehen, daß hiedurch eine ähnlich verdünnte Säure hervorgeht, wie vor). Hiezu füllet man das Gefäß über die Hälfte mit Wasser, tröpfelt 104 Gr. Schwefelsäure zu, und gießt sodann so viel Wasser nach, daß die Flüssigkeit bis an den oben eingeritzten Nullpunkt reicht. — Zieht man von dem Gewichte der Flüssigkeit 104 Gr. ab, so findet man die Menge des darin vorhandenen Wassers, und kann nun nach diesem Verhältnisse von Wasser und Schwefelsäure die Probeflüssigkeit in größerer Menge in Vorrath erzeugen. Da 104 Gr. concentrirte Schwefelsäure gerade hinreichen, um 100 Gr. kohlensaures Kali zu neutralisiren, so wird, wenn die Eintheilung des Schwefelsäurevolums wie vor, in 100 Theile oder Grade gemacht wird, jeder Grad einem Grane kohlensauren Kali entsprechen. Nimmt man nun von der zu untersuchenden Pottasche 100 Grane, so ist deren Gehalt unmittelbar durch die Anzahl Grade, welche der verwendeten Säure entsprechen, gegeben. — Zur wirklichen Untersuchung nimmt man von der zu untersuchenden Pottasche mehre Stückchen, zerreibt sie in einer Reibschale zu Pulver, mengt dasselbe gut unter

einander, und wiegt nun von dieser Masse 100 Grane genau ab; diese abgewogene Menge löset man in beiläufig 5 bis 6mal so viel reinem Wasser auf, indem man sie in einer Reibschale mit Wasser abreibt, und gießet, sobald sich das Unaufgelöste zu Boden gesetzt hat, das Klare davon in ein Glas, welches des erfolgenden Ueberschäumens wegen, bei weitem nicht voll gefüllt werden darf; den Rückstand wäscht man sodann noch mit etwas Wasser aus, schüttet dasselbe zu dem Vorigen, und versetzt diese Lösung mit etwas blauer Lackmustinctur, so daß sie schwach blau gefärbt erscheint. Hierauf gießt man unter stetem Umrühren mit einem Glasstabe von der Probeflüssigkeit zu. Man braucht mit dem Zugießen derselben nicht ängstlich zu verfahren, so lange die Flüssigkeit noch blau ist, oder doch beim Umrühren gleich wieder blau wird; sobald aber an die Stelle der blauen Farbe eine weinrothe tritt, in Folge der in der Flüssigkeit zurückgehaltenen Kohlensäure, wodurch ein Theil in zweifach kohlensaures Kali übergegangen ist, muß man vorsichtig verfahren, und endlich auch nur tropfenweise, am besten zu der siedend heißen Lösung zugießen, bis man findet, daß ein mit dem eingetauchten Glasstabe auf blaues Lackmuspapier gemachter Strich bleibend roth erscheint, worauf die Neutralisation als beendet, eigentlich überschritten angesehen werden kann, daher man auch um ½ Procent an kohlensaurem Kali weniger rechnet, als die abgelesene Zahl angibt. — Auf dieselbe Art kann auch der Gehalt an kohlensaurem Kali in der Holzasche angegeben werden, wozu man des geringen Gehaltes wegen 200 Grane zur Untersuchung nimmt, dagegen den abgelesenen Procentengehalt halbirt.

Die Anwendung der Pottasche ist vielfach; in chemischer Beziehung zur Darstellung des Kaliums, des ätzenden Kali, und des gereinigten kohlensauren Kali, welch letztere beide zur Fällung von Metalloxyden, sowohl bei analytischen Arbeiten, als auch zur Darstellung von Farbwaaren gebraucht werden; das kohlensaure Kali, so wie es unmittelbar durch Auslaugen der Holzasche gewonnen wird, dienet zur Umwandlung der verschiedenen salpetersauren Salze in der Salpeterrohlauge in eigentliches salpetersaures Kali (Brechen der Rohlauge). Die Pottasche findet ferner Anwendung zur Darstellung des chlorsauren Kali, zur Fabrication des Glases, des Alauns, des eisenblausauren Kali, der Seifen, ferner in der Färbekunst, zum Bleichen u. s. w.

Zweifach kohlensaures Kali, $\dot{K}\ddot{C}^2 + aq.$ Dieses an der Luft nicht feucht werdende Salz erhält man, wenn man von einer gesättigten Lösung des einfach kohlensauren Kali in flachen Gefäßen Kohlensäure absorbiren läßt,

z. B. über einer in lebhafter Gährung befindlichen Flüssigkeit. Durch Kochen verwandelt es sich in anderthalb kohlensaures Kali, $\dot{K}^2\ddot{C}^3$.

188. Salpetersaures Kali, Salpeter, $\dot{K}\ddot{\ddot{N}}=59+67.7=126.7$ (100 Thle. des Salzes bestehen aus 53.4 Säure und 46.6 Basis). Der Salpeter krystallisirt gewöhnlich in sechsseitigen Säulen mit vier breiten und zwei schmalen Seiten, auf welch letzteren eine zweiflächige Zuschärfung aufgesetzt ist; er enthält kein Krystallwasser, wohl aber findet sich durch Capillarwirkung aufgesaugte Mutterlauge in den Spalten der streifenartig zusammengehäuften Krystalle. Die Dichte desselben beträgt 1.93. Er besitzt einen kühlenden, bitterlich scharfen Geschmack, ist in

7.7	Thln.	Wasser	von	0°
3.45	»	»	»	14
1.35	»	»	»	36
1.0	»	»	»	40
0.42	»	»	»	78

löslich, oder 100 Thle. Wasser lösen bei den genannten Temperaturen 13, 29, 74, 100, 236 Thle. Salpeter auf. Durch Verunreinigung mit Kochsalz wird er leichter löslich; dasselbe gilt von reinem Salpeter in kochsalzhaltigem Wasser, so daß eine gesättigte Salpeterlauge nach Aufnahme von Kochsalz noch ungefähr $^1/_7$ vom Gewichte des letzteren an Salpeter auflösen kann. Die Ursache hievon ist eine theilweise Zersetzung dieser zwei Salze und Bildung von Chlorkalium und hygroskopischem salpetersaurem Natron; daher ein mit Kochsalz verunreinigter Salpeter Feuchtigkeit anzieht, obwohl reines Kochsalz, so wie der reine Salpeter diese Eigenschaft nicht haben. Der Salpeter ist ferner im Alkohol von 0.83 sehr wenig, im absoluten aber ganz unlöslich. Noch vor der Glühhitze, bei 280° schmilzt er, und ist hiebei dickflüssig wie Oehl; beim Erkalten erstarrt er zu einer festen, im Bruche grobstrahligen Masse. Bei gesteigerter Temperatur wird er zersetzt, liefert zuerst Sauerstoffgas, indem er in salpetrigsaures Kali übergeht; später erscheint dieses Gas (zu dessen Darstellung man diese Operation in steingutenen Gefäßen vornimmt) mit oxydirtem Stickgase und Stickgase verunreinigt, und es bleibt nach hinlänglichem Glühen Kali zurück. — Mit brennbaren Körpern, z. B. mit Schwefel, Kohle, Antimon u. s. w. erhitzt, verpuffet der Salpeter, indem er diese Körper oxydirt, wodurch schwefelsaures, kohlensaures, antimonsaures Kali zurückbleibt. Mit Phosphor erfolgt diese Verpuffung schon durch einen Schlag mit einem etwas erwärmten Hammer. Durch Schwefelsäure endlich wird der Salpeter eben-

falls unter Ausscheidung von Salpetersäure zersetzt, worauf sich die Darstellung dieser Säure gründet.

Das Weitere über das Vorkommen des Salpeters, über die Gewinnung und Reinigung desselben, ferner die damit im nächsten Zusammenhange stehende Abhandlung über Schießpulver und andere ähnliche Gemenge folgt in einem eigenen Anhange am Schlusse der leichten Metalle.

189. Schwefelsaures Kali, Duplicatsalz, $\dot{K}\dddot{S}$. Es kommt im Steinsalze, in Salzsoolen u. s. w. vor, ist sehr häufig ein Nebenproduct bei chemischen Operationen, als: bei der Bereitung der Salpetersäure, der englischen Schwefelsäure u. dgl. Dieses Salz ist luftbeständig; es löset sich in 12 Thln. Wasser von 0^{0} und 4 Thln. kochenden Wassers auf. Man kann dasselbe bei der Darstellung des Salpeters (siehe dort) statt des kohlensauren Kali anwenden; es dienet ferner zur Darstellung des Alauns, des Glases, des Schwefelkaliums, dann in der Medicin u. s. w. — Doppelt schwefelsaures Kali bleibt mit 1 At. Wasser verbunden bei der Bereitung der Salpetersäure, wenn 2 At. Schwefelsäure genommen werden, als Rückstand. Es wird zur Darstellung des neutralen Salzes, des zweifach Schwefelkalium, der Essigsäure aus dem essigsauren Natron u. s. w. verwendet. Man empfiehlt es auch zum Vertilgen von Gras auf den Straßen, mit Erdfarbe gemengt als feuersicheren Anstrich.

190. Unterchlorigsaures Kali, $\dot{K}\dot{Cl}$. Man leitet in eine verdünnte Auflösung von gereinigter Pottasche (10 Thle. Wasser auf 1 Thl. Salz), so lange Chlorgas, bis die Flüssigkeit bleichend auf blaues Lackmuspapier wirkt, ohne dessen blaue Farbe vorher zu erhöhen. Nebst dem unterchlorigsauren Kali wird zweifach kohlensaures Kali und Chlorkalium gebildet, wovon ersteres in der Flüssigkeit gelöset, letzteres aber wegen zu reichlicher Menge zum Theil ausgeschieden ist. Die auf die genannte Weise erhaltene Flüssigkeit, auch Javellische Lauge genannt (im Jahre 1792 in Javelle bei Paris zuerst dargestellt), riecht chlorähnlich und bleicht Pflanzenfarben, daher sie auch früher Anwendung zum Bleichen hatte, gegenwärtig aber durch das entsprechende Kalkpräparat ersetzt wird.

191. Chlorsaures Kali, überoxydirtes salzsaures Kali, Chlorkali, $\dot{K}\overset{.....}{Cl}=153$. Man leitet in eine concentrirte Auflösung von kohlensaurem Kali oder gereinigter Pottasche so lange Chlorgas, als die Flüssigkeit noch davon aufnimmt. Das Gaszuleitungsrohr muß da, wo es in die Flüssigkeit eintritt, trichterförmig erweitert sein, um das Verstopfen derselben durch das sich starr ausscheidende Salz zu verhindern, was am

einfachsten durch Verbindung der Röhre mit einem Glastrichter mittelst eines Kautschukröhrchens erreicht wird. Der Proceß ist anfänglich derselbe, wie bei der Darstellung des vorhergehenden Salzes, es bildet sich nämlich chlorigsaures Kali nebst Chlorkalium und zweifach chlorigsaures Kali; fährt man nun aber fort, Chlorgas in die Flüssigkeit zu leiten, so wird nicht nur das zweifach kohlensaure Kali zerlegt, und unter Entbindung der Kohlensäure die Bildung der beiden andern Salze fortgesetzt, sondern es wird auch das unterchlorigsaure Kali in chlorsaures Kali und Chlorkalium verwandelt. Nimmt man bloß auf das Endresultat Rücksicht, so läßt sich dieses in dem folgenden Ausdrucke darstellen: $6\dot{K}\ddot{C} + 6\not{C}l = 6\ddot{C} + 5K\not{C}l + \dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\not{C}l}$. Es werden nämlich durch 6 At. Chlor 6 At. kohlensaures Kali dergestalt zerlegt, daß 5 At. Chlorkalium und 1 At. chlorsaures Kali gebildet werden, mithin ungefähr wie 3:1 dem Gewichte nach. Da das in der ersten Hälfte sich absetzende Salz vorzugsweise Chlorkalium ist, so ist es sehr vortheilhaft, sobald sich die bei dem vorigen Salze angegebenen Kennzeichen zur Beendigung jener Operation ergeben, welches auch der Zeitpunkt ist, wo die Kohlensäure sich zu entwickeln anfängt, die Lauge von diesen Krystallen abzugießen, letztere mit etwas Wasser abzuwaschen, und dann die abgegossene Flüssigkeit nebst dem Abwaschwasser dem fernern Durchstreichen des Chlors auszusetzen. Die auf diese Weise hinweggeschafften Krystalle enthalten meistens kein oder nur sehr wenig chlorsaures Kali, was man daran erkennt, wenn man etwas von diesem getrockneten Salze auf glühende Kohlen streut und sich nur sehr schwache Verpuffungen zeigen; daher es auch nicht der Mühe lohnt, es weiter zu extrahiren. Die in der Folge sich bildenden Krystalle sind nun verhältnißmäßig viel reicher an chlorsaurem Kali. Die Operation ist beendigt, wenn die Flüssigkeit kein Gas mehr aufnimmt, daher deutlich nach Chlor riecht; auch ist in diesem Zeitpunkte die während der Operation hervorgegangene röthliche Farbe (von Mangansäure herrührend) verschwunden und eine gelbe Färbung zum Vorschein gekommen. Die Krystalle, von denen die Flüssigkeit abgegossen wird, löset man sodann in $2\frac{1}{2}$ bis 3 Thle. kochendem Wasser auf, wodurch sich beim Erkalten das chlorsaure Kali in perlmutterartig glänzenden Krystallen ausscheidet. Die darüber stehende Mutterlauge enthält gewöhnlich sehr wenig oder gar kein chlorsaures Kali mehr. Die abgegossene Flüssigkeit dampft man ein, und beim Erkalten schießen Krystalle von chlorsaurem Kali, Chlorkalium und zweifach kohlensaurem Kali an, die durch erneuertes Auflösen und Umkrystallisiren gereinigt werden, was besonders mit den zuerst erhaltenen Krystallen geschehen muß, bis sie mit salpetersaurem Silber keinen

Niederschlag geben. Nach Otto können 4 Pf. gereinigte Pottasche ungefähr 1 Pf. chlorsaures Kali geben, wozu das Chlor aus beiläufig 5 Pf. Kochsalz erforderlich ist; nach Andern hingegen erhält man viel weniger.

Eine andere Darstellungsweise ist nach Liebig folgende: Der im Handel vorkommende Chlorkalk, unterchlorigsaurer Kalk, hat bisweilen seine ganze Bleichkraft verloren, indem er sich in chlorsauren Kalk und Chlorcalcium umgewandelt hat. Man befördert diese gänzliche Umwandlung durch Uebergießen mit Wasser und Abdampfen im Wasserbade. Der chlorsaure Kalk wird sodann mit Wasser aus dem unlöslichen basischen Chlorcalcium extrahirt, kochend mit kohlensaurem Kali versetzt und noch heiß filtrirt. Beim Erkalten schießt chlorsaures Kali an. Statt des kohlensauren Kali kann auch Chlorkalium verwendet werden. — Nach Makenzie soll man nur chlorsaures Kali und kein Chlorkalium erhalten, wenn man mit dem Chlorgase gleichzeitig Sauerstoffgas oder auch nur atmosphärische Luft in die Kalilösung treten läßt. Nach Otto wurde indeß keine größere Ausbeute auf diese Weise erhalten.

Das chlorsaure Kali krystallisirt in perlmutterartig glänzenden Schuppen oder in rhombischen Tafeln, die kein chemisch gebundenes Wasser enthalten, an der Luft beständig bleiben, beim Reiben und Stoßen phosphoresciren; dieses Salz ist geruchlos, hat einen kühlenden, widrigen Geschmack, löset sich in 30 Thln. Wasser von 0°, in 8 Thln. von 28° und 1⅔ kochendem Wasser auf. In der Wärme schmilzt es, geräth dann ins Kochen, wobei es Sauerstoffgas entwickelt (der weiße Rauch hiebei ist fein vertheiltes Salz). Es bildet sich zuerst Chlorkalium und überchlorsaures Kali, welches erst bei gesteigerter Hitze seinen Sauerstoff ganz abgibt, so daß am Ende nur Chlorkalium übrig bleibt. Mit brennbaren Körpern verpufft das chlorsaure Kali mit großer Heftigkeit; reibt man kleine Quantitäten von chlorsaurem Kali und Schwefel in einem Mörser zusammen, so erfolgen Explosionen, welche von einem dem Peitschenschnalzen ähnlichen Schalle begleitet sind. Heftiger sind dieselben, wenn auf ein solches inniges Gemenge, das man in Papier gewickelt und auf einen Ambos gelegt hat, ein Schlag mit einem Hammer geführt wird.

Auch andere brennbare Körper verhalten sich auf ähnliche Weise, als Phosphor (womit der Versuch jedoch gefährlich ist), Kohle, Schwefelantimon, Zinnober, selbst organische Körper, als Zucker, ätherische Oehle u. s. w., nur ist im letzteren Falle ein kräftiger Schlag mit einem erwärmten Hammer erforderlich. Wie der Schlag wirket auch die Reibung; obwohl daher das chlorsaure Kali für sich allein ohne Gefahr zum feinsten Pulver zerrieben werden kann, so darf doch das Zusammenreiben desselben mit brennbaren Körpern nur naß geschehen, trocken dürfte es nur in ganz klei-

nen Portionen, ohne alles Drücken und Reiben, z. B. mit dem Bart einer Feder mit jenen Stoffen gemengt werden. Solche Gemenge entzünden sich auch durch einen Funken, dann durch nicht sehr große Erwärmung, und man führt sogar Fälle von Selbstentzündung derselben an, daher deren Aufbewahrung nur mit Vorsicht geschehen darf. Endlich wird die Entzündung solcher Gemenge auch durch concentrirte Schwefelsäure bewirkt, wie aus dem Verhalten derselben zu diesem Salze (96.) hervorgeht.

Das chlorsaure Kali dienet in der Chemie zur Darstellung von reinem Sauerstoffgas, wozu man es mit der Hälfte seines Gewichtes Braunstein vermengen kann. Die weitere Anwendung desselben war zur Bereitung eines sehr wirksamen, aber gefährlichen Schießpulvers, muriatisches Pulver, welches als solches nicht mehr, aber im abgeänderten Mischungsverhältnisse der Gemengtheile als sogenanntes Percussionspulver angewendet wird. Das Nähere hierüber, so wie die Anwendung dieses Salzes zur Darstellung verschiedenfarbig brennender Sätze folgt nach der Abhandlung über das Schießpulver. Ferner versuchte man das chlorsaure Kali als Zündungsmittel für Minen anzuwenden. In diesem Falle wird concentrirte Schwefelsäure, welche in einer an beiden Enden zugeschmolzenen Glasröhre sich befindet, durch Zerbrechen derselben in Berührung mit einer dem muriatischen Pulver ähnlichen Mischung gebracht, welche als Teig auf einem um die Röhre gewickelten Lappen aufgestrichen ist. Das Zerbrechen der Glasröhre wird durch eine Zugvorrichtung bewerkstelliget, und da die augenblicklich darauf folgende Entzündung des genannten Präparats in der unmittelbaren Nähe des Minenofens geschieht, so hat man es in seiner Macht, die Explosion gerade in dem Augenblicke der Nothwendigkeit vor sich gehen zu lassen; auch ist der Nachtheil beseitiget, den ganzen Minengang durch Abbrennen einer Zündwurst mit Rauch erfüllt zu haben. Der hiebei statt findende Proceß ist aus dem Verhalten der Schwefelsäure zum chlorsauren Kali bekannt. Auf demselben Principe beruht auch eine Gattung Brandeln (Callerström's Brandeln). — Endlich ist das chlorsaure Kali ein Bestandtheil der Masse für die allbekannten (chemischen) Zündhölzchen, welche entweder durch Eintauchen in concentrirte Schwefelsäure, die sich von Asbest in einem Fläschchen eingesaugt befindet, oder, wie insbesondere bei den Frictionshölzchen u. s. w., durch Reiben auf einer Feile oder auf Glaspapier zum Entflammen gebracht werden.

192. Kiessaures Kali wird in Verbindung mit andern Silikaten (der Thonerde, des Kalkes u. s. f.) häufig in der Natur gefunden. Künstlich läßt sich Kali fast in allen Verhältnissen mit der Kiessäure zusammen-

schmelzen, wobei, wenn das Kali im kohlensauren Zustande angewendet wurde, die Kohlensäure als Gas entweicht. Je größer die Menge des Kali zur Kiessäure, desto schmelzbarer und löslicher im Wasser wird die Verbindung. Die sogenannte Kieselfeuchtigkeit, durch Zusammenschmelzen von 1 Thl. Quarzpulver mit 3 bis 4 Thln. gereinigter Pottasche erhalten, ist eine farblose, im Wasser lösliche Masse, die an der Luft Feuchtigkeit anzieht und beim Zusatz von Säuren, Kiessäurehydrat gallertartig abscheidet. Man stellet eine solche Verbindung bei jedem Aufschließen von Kieselerde enthaltenden Fossilien dar, z. B. des Feuersteins, wozu dieselben im gepulverten Zustande mit 4 Thln. kohlensaurem Kali oder Natron zusammengeschmolzen werden. — Eine Verbindung der Kiessäure im geringeren Verhältnisse des kohlensauren Kali ist das seit dem Jahre 1818 bekannte Wasserglas, welches durch Zusammenschmelzen von 1 Thl. kohlensaurem Kali, 1½ Thl. fein gepulvertem Quarze und $^1/_{10}$ Kohlenpulver in einem feuerfesten Tiegel, bei einer durch sechs Stunden dauernden Hitze erhalten wird; der Zusatz der Kohle soll die Zersetzung des kohlensauren Kali befördern. Die erhaltene Glasmasse ist grauschwarz, porös, zieht an der Luft Feuchtigkeit an und verliert ihren Glasglanz. Man setzt sie gewöhnlich im gepulverten Zustande der Luft aus, damit die fremden Salze der Pottasche auswittern, die sich sodann durch kaltes Wasser leicht abspülen lassen. Zum Gebrauche löset man diese Masse in 4 bis 5 Thln. kochendem Wasser auf, indem man sie, um zu verhindern, daß sich größere Klumpen bilden, die sich nur sehr langsam lösen, in kleinen Portionen unter fortwährendem Umrühren einträgt; zur Aufbewahrung dampft man sie sodann bis zur Sirupdicke ab. Die Auflösung des Wasserglases, die auf eine Fläche aufgestrichen, zu einem glasartigen Ueberzuge eintrocknet, ist ein vorzügliches Mittel, Holz, Tapeten, Zeuge u. dgl. schwer entzündlich und unvermögend zu machen, die Verbrennung weiter fortzupflanzen. Holzwerk überstreicht man anfangs mit verdünnter Lösung und reibt dieselbe mit dem Pinsel gut ein; dieses wiederholt man nach jedesmaligem Eintrocknen, mithin nach 24 bis 48 Stunden, 5 bis 6mal. Ein Ueberzug, der nicht mit dieser Vorsicht oder gleich Anfangs mit einer zu concentrirten Lösung gemacht worden ist, springt leicht ab. Bekommt der Anstrich nach einiger Zeit Risse, so überstreicht man denselben neuerdings mit verdünnter Wasserglaslösung. Man setzt derselben zum Anstreichen auch andere Substanzen zu, als: Kreide, Knochenasche, Thon, gelbe oder grüne Farbe, auch Bleiglätte, letztere besonders für Zeuge, Leinwand u. s. w., wozu man die fein gepulverte Bleiglätte mit Wasserglaslösung anmacht, und dann diese

Flüssigkeit durch Pressen in die Zeuge einzudrängen sucht. Auf solche Art präparirte Leinwand verträgt noch das Aufrollen, läßt sich aber nicht in scharfe Falten legen, wodurch der Ueberzug abspringt. Das Wasserglas empfiehlt sich zu dem oben ausgesprochenen Zwecke durch seine Wohlfeilheit, leichte Anwendbarkeit, Unschädlichkeit für die damit behandelten Stoffe, und durch seine Unzerstörbarkeit und Unveränderlichkeit an der Atmosphäre. Wird endlich dem Kali im Schmelzen so viel Kiessäure zugesetzt, als es in einer starken, lange fortgesetzten Weißglühhitze aufzunehmen vermag, so wird die allbekannte Masse, das *Glas* gebildet, welches aber selten Kali allein, sondern Natron, Kalk, Thonerde, auch Bleioxyd an dieselbe Säure gebunden, enthält. Die verschiedenen Glassorten sind nicht mehr als bestimmte Verbindungen zu betrachten, sondern als festgewordene Auflösungen, worin die Bestandtheile auf mehrfache Art wechseln können. (Ein Mehres beim kiessauren Natron.)

193. Von den übrigen Sauerstoffsalzen sind noch anzuführen: *Kleesaures Kali, oxalsaures Kali*, $\dot{K}\bar{O}$, wird durch Sättigung des zweifach kleesauren Kali erhalten; es dient als Reagens auf Kalksalze. *Zweifach kleesaures Kali*, $\dot{K}\bar{O}^2$, findet sich in mehren Pflanzensäften und wird namentlich aus dem Sauerkleesafte gewonnen. Es dient zur Darstellung der Kleesäure, des neutralen Salzes, dann zum Ausbringen von Tinten- und überhaupt Rostflecken aus Wäsche u. dgl. *Zweifach weinsteinsaures Kali*, $\dot{K}\bar{T}^2$, Weinstein, findet sich in dem Safte einiger Pflanzen, und insbesondere im Moste. Der im Handel vorkommende Weinstein ist die an die Dauben und an den Boden während der stillen Gährung des Weines abgesetzte Kruste, in Folge des zunehmenden Alkohols und der Unlöslichkeit dieses Salzes in demselben, *roher Weinstein*. Man unterscheidet davon rothen und weißen, je nachdem er vom Moste rother oder weißer Beeren sich abgeschieden hat. Er ist mit Weinhefen, Extractivstoff, weinsteinsaurem Kalk, verunreinigt, wovon er durch Auflösen und Krystallisiren gereiniget wird, *raffinirter Weinstein*. Der Weinstein braucht 120 Thle. kaltes und 15 Thle. heißes Wasser zur Lösung. Die verdünnte Lösung schimmelt leicht und verwandelt sich in kohlensaures Kali. Aus dem Weinsteine werden einige wichtige Verbindungen, Doppelsalze dargestellt, indem das zweite Atom der Säure mit einer andern Basis gesättiget wird. — Die Anwendung des Weinsteines ist zur Darstellung des Kaliums, des reinen kohlensauren Kali, des schwarzen und weißen Flusses; ferner zum Blanksieden von Gold- und Silberwaaren und bei verschiedenen andern technischen Operationen.

2. Natrium.

194. **Natrium**, auch **Sodium**, Na, 29.1, wurde ebenfalls auf elektrischem Wege von H. Davy im Jahre 1807 dargestellt; gegenwärtig erhält man es auf pyrochemischem Wege, wie das Kalium durch Reduction eines verkohlten pflanzensauren Natronsalzes (essigsaures Natron) unter Zusatz von Kohlenpulver. Das Natrium ist silberweiß, hat eine Dichte von 0.97, schmilzt bei 72° und verflüchtiget sich später, als das Kalium. An der Luft oxydirt es sich nicht so schnell, wie das Kalium, erhitzt verbrennt es mit gelblicher Flamme. Das Natrium zersetzt das Wasser mit minderer Energie, als das Kalium, daher auch die Entzündung des frei werdenden Wasserstoffgases nur unter der Bedingung statt findet, daß das Natrium mit wenig Wasser in Berührung kommt, z. B. wenn es auf feuchtes Fließpapier gelegt wird.

Das Natrium hat, wie das Kalium, drei Oxydationsstufen.

Natronhydrat, $\dot{N}a + aq$, dargestellt wie die entsprechende Kaliumverbindung, stehet an Flüchtigkeit und Aetzkraft, so wie an basischer Stärke dem Kali nach; es zerfließt wie dieses an der Luft, und zieht Kohlensäure an, wonach es jedoch nicht eine zerflossene Masse bleibt, sondern pulverig wird, da das kohlensaure Natron ein der Verwitterung unterliegendes Salz ist. In seinem Verhalten gegen Fette, Oehle, thierische Gebilde u. s. w. gilt ebenfalls das vom Kali Gesagte, so wie es dasselbe in der Anwendung sehr häufig zu ersetzen im Stande ist. Das Natron kommt in Verbindung mit Säuren in verschiedenen Flüssigkeiten des Thierreiches vor, auch im Pflanzenreiche und in verschiedenen Fossilien, daher auch der Name **Mineralalkali**. — Von den Schwefelverbindungen desselben gilt das beim Kalium Gesagte.

195. **Salze**. Die Salze des Natriums haben große Aehnlichkeit mit den Salzen des Kaliums. Sie enthalten meistens eine große Menge Krystallwasser, und viele derselben sind zum Verwittern geneigt. Man hat, außer daß Natronsalze die Löthrohrflamme gelb, Kalisalze aber violet färben, kein charakteristisches Kennzeichen auf das Natron in seinen Salzen, und schließt auf dasselbe nur, wenn bei bestimmter Abwesenheit der übrigen auch die Reaction auf Kali und Ammoniak durch Weinsteinsäure und Platinchlorid nicht vorhanden ist.

196. **Chlornatrium**, **Kochsalz**, NaCl, kommt in der Natur in besonders großer Menge vor, und zwar entweder in starrer Form, als Steinsalz, oder im tropfbaren Zustande in vielen Quellen, in Salzsoolen

und im Meerwasser. Wo das Steinsalz ziemlich rein in großen Massen vorkommt, wie in Wieliczka, wird es bergmännisch zu Tage gefördert, das reinere, in durchsichtigen Würfeln unter dem Namen Edelsteinsalz, sal gemmae, das unreinere in verschieden gefärbten Klumpen, die auch als solche verkauft werden; durch Glühen (wodurch das damit verbundene Erdharz zerstört und das Salz entfärbt wird), Auflösen und Krystallisiren kann es gereinigt werden. Ist aber das Salz mit Gips, Thon und andern Erdarten so verunreinigt, daß es die bergmännische Förderung nicht lohnt, wie es in Hall in Tyrol, und im Salzkammergute der Fall ist, so wird dieses sogenannte Salzgebirge (der Salzstein) im Berge selbst, durch hineingeleitetes Tagewasser ausgelaugt, die gesättigte und geklärte Lauge durch tiefere Stollen abgeleitet und dann weiter wie eine Salzsoole versotten.

Um aus dem Meerwasser das Kochsalz zu gewinnen, leitet man dasselbe durch einen langen Kanal in ein tiefes, durch fest geschlagenen Thon wasserdicht gemachtes Beet (Salzgarten, Salzplantage), damit sich die Unreinigkeiten desselben absetzen; aus diesem Beete wird es in ein seichteres, aus diesem in ein drittes und viertes geleitet, bis es endlich in Krystallen anschießt, wobei man immer eine möglichst große Oberfläche zur Verdünstung darzubieten sucht. Die vom Extractivstoff braun gefärbten Krystalle setzt man in kegelförmigen, mit Stroh bedeckten Haufen der Atmosphäre aus, damit die zerfließlichen Salze, mit denen sie verunreinigt sind, durch die angezogene Feuchtigkeit aufgelöst, abfließen, und der Extractivstoff durch Anziehen von Sauerstoff oxydirt und unlöslich werde; durch Auflösen und Umkrystallisiren wird das Salz sodann vollkommen gereinigt. Außer dem Meerwasser finden sich auch andere Salzsoolen in der Natur, die meistens so arm sind, daß sie erst durch Verdünsten an der Atmosphäre siedewürdig gemacht werden, welche Operation man das Gradiren der Salzsoole nennt. Von allen Arten der Gradirung: Eisgradirung, Sonnengradirung (in offenen der Sonne ausgesetzten Behältern), Tafelgradirung (in seichten hölzernen Behältern, die in einiger Entfernung über einander aufgeschichtet sind, so daß der obere dem untern als Decke gegen den Regen dient, ohne doch den Luftzug zu hemmen) hat die Dorngradirung noch den Vorzug behauptet. Diese geschieht über mehre 100 Fuß lange, 40 bis 60 Fuß hohe, oben 5, unten 6 Fuß breite Wände aus Reisholz oder aus Dornreisern. Die Soole wird durch Pumpen in eine fein gelöcherte Rinne gehoben, welche über der Gradirwand der ganzen Länge nach hinläuft, und fließet aus dieser auf die Reiser; da sie hiebei der Atmosphäre eine große Oberfläche darbietet, so verliert sie, ehe sie den am Fuß der Gradirwand befindlichen Sammelkasten erreicht, einen großen Theil ihres Wassergehaltes durch Verdampfen; dieses Aufpumpen der Soole wird so oft wiederholt, bis sie die gehörige Concentration oder Löthigkeit hat.

Das Kochsalz krystallisirt in Würfeln, die sich oft treppenförmig an einander häufen, kein Krystallwasser enthalten, an der Atmosphäre beständig sind (nur gewöhnliches Kochsalz, welches Magnium- oder Calciumchlorid enthält, zieht Feuchtigkeit an), im Feuer, in Folge der eingeschlossenen, als Dampf davon gehenden Mutterlauge verknistern, im höhern Hitzegrade schmelzen, und endlich sich verflüchtigen. Im kalten Wasser ist das reine Chlornatrium eben so löslich, wie im heißen, 100 Thle. Wasser lösen 37 Thle. Chlornatrium auf, ist dasselbe jedoch mit andern Chloriden verunreinigt, so ist es im heißen Wasser etwas löslicher als im kalten. — Das gewöhnlich vorkommende Kochsalz ist nicht rein, es enthält meistens etwas schwefelsaures Natron und Bittererde, Magnium- und Calciumchlorid. Durch Auflösen im destillirten Wasser und langsames Abdünsten könnte es jedoch gereinigt werden; für den chemischen Gebrauch würde man es durch Sättigen von reinem kohlensaurem Natron mit Salzsäure darstellen.

Das Kochsalz wird zur Darstellung von Chlor, Salzsäure, Glaubersalz, kohlensaurem Natron in sehr großer Menge verwendet. Sein ungeheurer Verbrauch als Würze der Speisen, zum Einsalzen von Fleisch und Fischen ist hinlänglich bekannt. — Kochsalz wird in Berührung mit kiesel- oder thonerdehaltigen Massen unter Mitwirkung des Wassers in der Glühhitze zersetzt, wobei Salzsäure entweicht, das Natrium sich zu Natron oxydirt und mit der Kiesel- oder Thonerde verbindet. Darauf beruht die Anwendung des Kochsalzes zum Glasiren der Töpferwaaren.

197. Kohlensaures Natron, neutrales, $\dot{Na}\ddot{C}$, im unreinen Zustande unter dem Namen Soda. Dieses Salz findet sich in dem Wasser einiger Landseen aufgelöst, wo es nach theilweiser oder gänzlicher Austrocknung den Boden bedeckt; es wittert an einigen Orten von Ungarn (auch in mehren Gegenden des Orients) aus der Erde, wo es durch Zersetzung von schwefelsaurem Natron oder Kochsalz mittelst Kalkes entstanden zu sein scheint, welche Bedingnisse sich auch auf dem dortigen Boden wirklich vorfinden. Es wird zusammengekehrt und mit Erde gemengt, als Sodaerde, oder durch Auslaugen und Krystallisiren gereinigt als Székső in den Handel gebracht; auf gleiche Weise wittert es auch in zarten Nadeln aus feuchten Mauern aus. Man erhält es ferner durch Verbrennen von Strandgewächsen wie die Pottasche aus den Landpflanzen. Die bis zum Zusammenbacken erhitzte Asche ist sehr verunreinigtes kohlensaures Natron. Die beste spanische unter dem Namen Barilla enthält nicht mehr als 0.25 bis 0.30 desselben, während die Kelp und Varecsoda (aus verschiedenen Tangarten gewonnen), wie sie aus dem nördlichen Europa in Handel gesetzt wird,

noch weniger enthält. Durch Auslaugen und wiederholtes Krystallisiren wird das Salz rein dargestellt.

Da dieses Salz bei verschiedenen Fabricationen in beträchtlicher Menge verwendet wird, so geschieht die Darstellung desselben gegenwärtig ebenfalls im Großen auf künstlichem Wege und zwar am häufigsten durch Zersetzung des schwefelsauren Natrons mit Kalk oder Kreide und Kohlenpulver. Das kohlensaure Natron krystallisirt mit 10 At. Wasser in großen Krystallen, die an der Atmosphäre verwittern, und in 2 Thln. kaltem und 1 Thl. heißem Wasser löslich sind. Im wasserfreien Zustande ist es ein weißes Pulver, das leichter als das Kalisalz schmilzt (ein Gemenge beider schmilzt noch leichter als jedes für sich). Dieses Salz kann auch mit geringerem Wassergehalte krystallisiren. Zur Prüfung der rohen Soda auf den Gehalt an kohlensaurem Natron verfährt man, wie es bei der Pottasche gesagt wurde; nur muß das alkalimetrische Cilinderglas statt 104 Gran Schwefelsäure 157 Gran derselben von der nämlichen Dichte 1.850 enthalten, als die für 100 Gran kohlensauren Natrons entsprechende Menge. Das kohlensaure Natron kann für die meisten Zwecke benützt werden, wozu das kohlensaure Kali verwendet wird, und es hat vor diesem den großen Vorzug, daß es viel wohlfeiler im reinen Zustande erhalten wird, und, was besonders wichtig für analytische Untersuchungen ist, daß es keine Kieselsäure enthält; es dienet ferner zur Darstellung der harten Seifen, worin es vom Kali, welches weiche oder Schmierseifen gibt, nicht vertreten werden kann.

Anderthalb kohlensaures Natron, $\dot{N}a^2\ddot{C}^3$, kommt in der Natur vor, z. B. in Ungarn. Es hat in einem andern Gewichtsverhältnisse dieselbe Anwendung wie das vorige.

Doppelt kohlensaures Natron, $\dot{N}a\ddot{C}$, wird auf dieselbe Art dargestellt, wie das Kalisalz. Es hat Anwendung zur Darstellung von ganz reinem kohlensauren Natron durch Glühen, ferner zur Bereitung künstlicher Mineralwässer, in der Medicin u. s. w.

198. Salpetersaures Natron, $\dot{N}a\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N} = 96.8$, kubischer Salpeter, findet sich schon gebildet in dem peruanischen Districte Atacama vor, wo auf einer ausgedehnten thonigen Strecke ein Lager von wechselnder Stärke in einer Länge von 25 Meilen entdeckt worden ist und von wo es unter dem Namen Chilisalpeter in den Handel gebracht wird. Dieses Salz bildet wasserfreie Krystalle, von bitterem kühlendem Geschmacke; 100 Thle. Wasser von 0° lösen 80, bei 98° aber 218.5 Thle. desselben auf.

Das salpetersaure Natron wird durch Glühen schwerer zerlegt und verpufft mit brennbaren Körpern langsamer, als das salpetersaure Kali; auch zeigt es Neigung an der Atmosphäre feucht zu werden; es kann daher

nicht statt des letzteren zur Fabrication des Schießpulvers verwendet werden, wohl aber in der Lustfeuerwerkerei zur Darstellung verdichteter Sätze, deren Abbrennen mit orangegelber Farbe erfolgt. Da es viel niedriger im Preise stehet, als das salpetersaure Kali, so kann es mit Vortheil zur Darstellung der Salpetersäure, bei der Bereitung der englischen Schwefelsäure u. s. w. gebraucht werden; auch kann es durch kohlensaures Kali in Kalisalpeter umgestaltet werden, wobei kohlensaures Natron als Nebenproduct abfällt, wie es gegenwärtig in Triest geschieht.

199. **Schwefelsaures Natron, Glaubersalz**, $\dot{N}a\dddot{S}$. Es kommt in der Natur in vielen Mineralwässern vor, z. B. im Karlsbader, Seidschützer, Püllnaer u. s. w., in Salzsoolen; es wittert auch aus der Erde und aus Mauern, in Folge von Zersetzung des Kochsalzes durch Gips. Es wird ferner bei vielen chemischen Operationen als Nebenproduct erhalten, z. B. bei der Darstellung der Salzsäure. Dieses Salz hat einen kühlenden bittern Geschmack, krystallisirt bei der gewöhnlichen Temperatur oder auch unter 0° mit 10 At. Wasser (55 Proc.), über 27° aber ohne Wasser; das erstere verwittert sehr leicht an der Luft zu einem weißen Pulver, und löset sich sodann unter Erwärmung auf, das wasserhaltige hingegen unter Abkühlung. Wenn man Glaubersalz in gleichen Theilen kochenden Wassers in einem Kolben oder einer Flasche auflöset und die Flasche, nachdem durch die Wasserdämpfe die Luft ausgetrieben ist, verschließt, so krystallisirt es beim Abkühlen nicht; erst, wenn beim Oeffnen der Flasche Luft zutritt, beginnt die Krystallisation. — **Zweifach schwefelsaures Natron** gibt, wenn es der Rothglühhitze ausgesetzt wird, wasserfreie Schwefelsäure. — **Schwefligsaures Natron** wird erhalten, wenn man in eine Auflösung von kohlensaurem Natron schwefligsaures Gas leitet, bis die Auflösung stark sauer reagirt; hiedurch erhält man beim Eindampfen neutral reagirende Krystalle, zweifach schwefligsaures Natron; setzt man zu der Auflösung desselben noch so viel Natron hinzu, als es schon enthält, so bekommt man beim Abdampfen schwach alkalisch reagirende Krystalle des neutralen Salzes; zur Auflösung braucht dasselbe 4 Thle. kaltes und weniger als sein gleiches Gewicht kochendes Wasser. An der Luft verwandelt es sich durch Oxydation in das schwefligsaure Salz. Es ist als Trennungsmittel des Schwefels, der sich darin auflöst, von der Kohle im Pulverrückstande vorgeschlagen worden.

200. **Zweifach boraxsaures Natron**, $\dot{N}a\ddot{B}o^2$, kommt im unreinen Zustande im südlichen Asien unter dem Namen **Tinkal** mit einer seifenartigen Masse vermengt vor. Nach gehöriger Reinigung erscheint

dieses Salz in farblosen durchsichtigen Krystallen, die oberflächlich verwittern, süßlich schmecken, alkalisch reagiren und sich in 12 Thln. kalten und 2 Thln. kochenden Wassers auflösen. In der Hitze verliert der Borax unter starkem Aufblähen sein Krystallwasser (über 47 Proc.), verwandelt sich in eine weiße lockere Masse (gebrannter Borax); bei größerer Erhitzung wird er weich, und endlich in der Rothglühhitze schmilzt er zu einem farblosen durchsichtigen Glase. Borax begünstigt die Schmelzung der Metalloxyde, mit denen er gefärbte Gläser gibt, und befördert den Fluß von Kiesel- und Thonerde. Er dient zum Löthen für Gold- und Silberarbeiter, zu Löthrohrproben bei der Untersuchung der Erze, zur Darstellung feiner Gläser, zu Glasuren u. s. w.

201. Phosphorsaures Natron. Jede der drei isomerischen Modificationen der Phosphorsäure bildet mit dem Natron ein Salz. Das insbesondere als Reagens zur Erkennung der Bittererde und zur Unterscheidung derselben in der sauren Auflösung von den Alkalien, so wie auch zur Fällung anderer Erden und Metalloxyde verwendete Salz ist das von Berzelius mit c phosphorsaures Natron bezeichnete, von der Zusammensetzung $\dot{N}a^2\dddot{\bar{P}}+aq.$ Es wird durch Sättigen von kohlensaurem Natron mit tropfbarer Phosphorsäure (mithin c Phosphorsäure) erhalten, wobei ein kleiner Ueberschuß des erstern die Krystallisation befördert. Außer dem einen, die Basis vertretenden Atom Wasser, nimmt es hiebei noch 24 Atome chemisch auf, verliert letztere aber durch Verwittern, so wie durch Erhitzung bis 80°.

202. Kieselsaures Natron kann in den verschiedenen Verhältnissen als Kieselfeuchtigkeit, Wasserglas und eigentliches Glas eben so wie die gleichbenannten Kaliverbindungen dargestellt werden, nur in anderen Mengenverhältnissen der Bestandtheile.

Das Glas kann im Allgemeinen als geschmolzenes kieselsaures Alkali, mehr oder weniger mit kieselsauren Erden und Metalloxyden in veränderlichen Verhältnissen gemengt, betrachtet werden. Das vollkommenste, dem Bergkrystalle ähnliche Glas wäre die geschmolzene Kiessäure selbst, da aber die in unsern Oefen hervorgebrachte Hitze zum Schmelzen derselben nicht hinreicht, so verbindet man dieselbe mit Kali oder Natron. Obwohl nun diese beiden Alkalien die wesentlichen Bestandtheile des Glases sind, so läßt sich durch dieselben allein mit der Kiessäure in dem gewöhnlichen Ofenfeuer kein dauerhaftes Glas darstellen, weil solche Gläser der Einwirkung des siedenden Wassers und den atmosphärischen Einflüssen nicht widerstehen und mehr oder weniger hygroskopisch sind, was besonders von dem reinen Kaliglase gilt. Man müßte in diesem Falle ein möglichst geringes Verhältniß

von Alkalien, besonders des Kali wählen, aber eben dadurch wird eine sehr hohe Schmelztemperatur nothwendig, wenn die Glasmasse die erforderliche Dünnflüssigkeit haben soll. Ein Zusatz von Kalk nun befördert bei demselben geringen Verhältnisse an Kali den Fluß, so daß die Masse dünnflüssig wird, ohne einen übermäßigen Feuersgrad nöthig zu haben; das daraus hervorgehende Glas ist übrigens noch dichter und härter, und widersteht der Feuchtigkeit im größeren Maße. Die Stelle des Kalkes kann auch das Bleioxyd vertreten, wie es im Bleiglase (Krystall- und Flintglase) der Fall ist, wobei dieses Oxyd ebenfalls als Flußmittel betrachtet werden muß.

Die Kiessäure oder Kieselerde wird als Quarz oder Quarzsand, der bis auf wenige Procente aus Kiessäure besteht, angewendet; zu weißem Glase soll er frei von Eisenoxyd sein, darf sich daher nicht gelb oder roth färben, wenn er geglüht wird. Statt des Quarzes kann auch Feuerstein, wo er häufig vorkommt, genommen werden. Die beiden Alkalien wendet man im kohlensauren, oft nur im unreinen Zustande, als Pottasche oder Soda an, für ganz gemeine Gläser, wie das Bouteillenglas, wird die unausgelaugte Asche selbst genommen. Den Kalk brennt man, und läßt ihn dann an der Luft zu Pulver zerfallen. Für bleihaltige Glasur wird kupferoxydfreier Mennig oder Bleiglätte verwendet. Statt des Natrons dient das Glaubersalz, das sich mittelst Zusatz von Kohle unter Mitwirkung der Kiessäure zersetzt, indem kiessaures Alkali sich bildet, die Schwefelsäure aber als schweflige Säure verflüchtigt wird. Das Verhältniß der zugesetzten Kohle darf nicht zu groß sein, weil das Glas dadurch braun gefärbt wird. Auch Kochsalz wirket, wenn es gleichzeitig mit kohlensaurem Kali angewendet wird, durch seinen Natrongehalt, indem Chlorkalium abgeschieden wird. Den gewöhnlichen Gläsern setzt man auch noch andere Silikate enthaltende Materialien zu, z. B. Feldspath (ein Silikat der Thonerde und des Kali); auch Hochofenschlacken, gehörig sortirte Scherben alter Gläser u. s. w. — Nebst dem werden sodann für weißes Glas auch Entfärbungsmittel zugesetzt, um die braungelb färbenden Kohlentheile, die in der Pottasche enthalten sein können, zu verbrennen, und die auffallende grüne Farbe des Eisenoxydglases durch höhere Oxydation in die weniger bemerkbare blaßrothe des Eisenoxyds zu verwandeln. Zu diesem Zwecke gebraucht man Salpeter, Braunstein, arsenige Säure; letztere wird reducirt und als Arsenmetall verflüchtiget. Geringe Spuren von Arsen würden das Glas trübe machen, daher vollkommene Durchsichtigkeit als hinreichender Beweis von der Abwesenheit desselben gelten kann. Der Braunstein kann auch durch

die Amethystfarbe, die er hervorbringt, auf die Art wirken, daß er mit der grünen des Eisenoxyduls einen gewissen Grad von Weiß hervorbringt; der Quarz muß vor seiner Anwendung gepulvert werden, was nach vorausgegangenem Glühen und Ablöschen in Wasser in einem Pochwerke geschieht, worauf er unter Laufsteinen noch fein vermahlen wird. Hierauf wird derselbe mit den übrigen ebenfalls verkleinerten Materialien auf das innigste vermengt, das Gemenge in einem Calcinirofen bis zum anfangenden Schmelzen durchgeglüht, gefrittet, oder auch ohne dieses Fritten in feuerfeste Thontiegel, Glashäfen, welche auf der Bank des Ofens stehen, portionenweise eingetragen und zusammengeschmolzen.

Während des Schmelzprocesses und in dem Maße, als die Bildung und Verbindung der Silikate statt findet, scheiden sich diejenigen Bestandtheile aus, welche in die Verglasung nicht eingingen oder eingehen konnten, und sammeln sich als Glasgalle an der Oberfläche der Masse, von der sie von Zeit zu Zeit abgeschöpft werden. Diese Glasgalle besteht vorzüglich aus Chlorkalium, Chlornatrium und schwefelsaurem Kali. Ist durch vermehrte Hitze des Ofens (Heißschüren) die Glasmasse in möglichst dünnen Fluß gebracht, um Luft und Dampfblasen aus der Glasmasse desto sicherer zu entfernen, (Läutern des Glases), und zeigen herausgenommene Tropfen die vollkommen bewirkte Schmelzung und Läuterung, d. i. erscheinen sie frei von ungelösten Quarztheilen und von Blasen, so wird die Hitze des Ofens wieder gemindert (Kaltschüren), und die Glasmasse verarbeitet, wozu sie die zuletzt erreichte größere Dickflüssigkeit geschickter macht (Tafel-, Hohl- oder Spiegelglas). Die verarbeitete Waare kommt sodann in die Kühlöfen, um ihr den besonders großen Grad der Sprödigkeit zu benehmen, durch welche sie schon durch die geringste Gewalt und durch die unbedeutendsten Temperaturveränderungen zerspringen würde. — Man hat gefunden, daß wenn Glasgefäße nicht vollkommen gut abgekühlt worden sind, eine nachträgliche Behandlung der folgenden Art von Nutzen ist: Man legt dieselben in ein mit Wasser, Salzlauge oder Oehl gefülltes Gefäß, bringt die Flüssigkeit darin kurze Zeit zum Kochen, und läßt sie sodann langsam erkalten; hiedurch wird die Sprödigkeit bedeutend vermindert. Die Sprödigkeit des rasch gekühlten Glases wird gewöhnlich an den sogenannten Glaswürmern, Bologneser Fläschchen u. dgl. gezeigt.

3. Lithium.

203. Lithium, L, welches bis jetzt nur auf elektrischem Wege dargestellt wurde, ist nur wenig untersucht. Das Oxyd desselben, Lithion,

wurde zuerst im Jahre 1817 von Arfwedson in mehren Fossilien aufgefunden; es wird noch in die Reihe der fixen Alkalien gerechnet. Sowohl das Oxyd als auch alle andere Verbindungen des Lithiums sind ohne Anwendung.

4. Ammonium.

204. Zwischen den Radicalen der Alkalien und den folgenden der alkalischen Erden ist es nothwendig, eines Metalles oder eigentlich metallähnlichen Körpers Erwähnung zu machen, der zwar nicht als einfach erscheinet, aber als Grundlage des Ammoniaks und dessen Salze angesehen werden kann, nämlich des Ammoniums. — Nachdem Kali, Natron und auch schon einige der folgenden Erden durch Hilfe der zerlegenden Kraft der Volta'schen Säule als Oxyde von früher unbekannten Metallen erwiesen waren, sah man sich veranlaßt, auch dasjenige Alkali, das unter dem Namen Ammoniak schon lange bekannt, und aus 1 Vol. Stickstoff- und 3 Vol. Wasserstoffgas zusammengesetzt gefunden war, dieser Elektrolysirung zu unterwerfen. Indem man nun concentrirtes tropfbares Ammoniak oder ein Ammoniaksalz, auf die Weise in den Kreis der Volta'schen Säule brachte, daß der negative Polardraht in Quecksilber endete, erhielt man ein Amalgam, ganz analog zu dem frühern Kaliumamalgam, und nannte, da man die Erscheinung auf gleiche Weise zu erklären suchte, den mit dem Quecksilber verbundenen Körper Ammonium. Der Versuch wird auf die Art angestellt, daß man in eine Schale über concentrirtes tropfbares Ammoniak einen Tropfen Quecksilber gießt, und den vom negativen Pole herkommenden Draht in dieses Quecksilber eintaucht, während man den andern nur in die Flüssigkeit einsenkt, und wenig von der Quecksilberoberfläche abstehen läßt. Das Quecksilber schwillt hiedurch auf, wird dick wie Butter und in ein 5 bis 6mal größeres Volum ausgedehnt. Dasselbe Amalgam erhält man, wenn man in ein Stück Salmiak ein Grübchen macht, dieses mit Quecksilber ausfüllt und darin den — Polardraht der Säule eintaucht, während man vom entgegengesetzten Pole einen Platindraht in der Nähe des ersteren in den feucht gewordenen Salmiak hineinführt. Versucht man ohne Beihilfe des Quecksilbers die Zerlegung des Ammoniaks, so erhält man nur Stick- und Wasserstoffgas. Es ist noch nicht gelungen, das Ammonium von dem Quecksilber zu trennen, und selbst das erhaltene Amalgam ist von so geringem Bestande, daß es sich nicht aufbewahren läßt. Es verwandelt sich nämlich schnell, wenn es aus der elektrischen Kette herausgenommen wird, sowohl für sich, als noch schneller unter Wasser oder andern Flüssigkeiten

in gewöhnliches Quecksilber, indem es Ammoniakgas und Wasserstoffgas (1/8 von dem im Ammoniak enthaltenen) entwickelt. Dieses nur in Verbindung mit Quecksilber dargestellte Ammonium zeigt sich demnach zusammengesetzt aus Ammoniak und Wasserstoff nach der Formel NH^4.

Dieser zusammengesetzte Körper kann als metallisches Radical aller Ammoniaksalze betrachtet werden, da es bekannt ist, daß alle Ammoniaksalze 1 At. Wasser enthalten, Ammoniak nebst 1 At. Wasser aber dieselbe Zusammensetzung haben, wie das Oxyd des Ammoniums. Es könnte demnach schwefelsaures Ammoniak mit dem zum Bestehen nothwendigen Wasser auch schwefelsaures Ammoniumoxyd genannt werden; durch eine stärkere Basis, z. B. Kali, zerfällt das Ammoniumoxyd sodann in Ammoniak und Wasser. — Auch bei den Verbindungen des Ammoniaks mit Wasserstoffsäuren darf man den Wasserstoff der Säure nur mit dem Ammoniak unmittelbar verbunden denken, um ein Haloidsalz von Ammonium mit dem Radicale der Wasserstoffsäure zu haben, z. B. salzsaures Ammoniak oder Ammoniumchlorid. $ClH + NH^3 = NH^4 + Cl$.

205. Von den Verbindungen des Ammoniums mit den übrigen nichtmetallischen Stoffen wäre nebst dem Oxyde, wie man es in den Sauerstoffsalzen enthalten denken kann, noch die Verbindung desselben mit Schwefel, Schwefelammonium, erwähnungswerth. Es gibt so viele Schweflungsstufen des Ammoniums, als vom Kalium, und man erhält dieselben, wenn man Salmiak mit den verschiedenen Schweflungsstufen des Kaliums mischt und destillirt. Besonders bemerkenswerth ist die niedere Schweflungsstufe des Ammoniums, welche als Sulfuret oder Schwefelbasis mit andern Sulfiden in Verbindung tritt. Hieher gehört das Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium, Schwefelwasserstoff-Ammoniak, Ammoniumsulfhydrat, von dessen Anwendung als Reagens schon gesprochen wurde (113.). Man erhält diese Verbindung fest, wenn gleiche Raumtheile Schwefelwasserstoff und Ammoniakgas mit einander gemischt werden, wobei sich diese zwei Gase zu farblosen Blättchen verbinden, die sehr wasseranziehend sind, und leicht in 2fach Schwefelammonium übergehen, wobei sie gelb werden. — Im Wasser zum Reagentiengebrauch aufgelöst, erhält man dieselbe, wenn man Schwefelwasserstoffgas so lange durch ätzendes Ammoniak streichen läßt, als davon aufgenommen wird. Bevor man das Durchstreichen des Gases anfängt, vertreibt man die atmosphärische Luft durch Wasserstoffgas, und verjagt auch am Ende auf dieselbe Art das darüberstehende Schwefelwasserstoffgas. Diese Auflösung ist farblos (von

beigemengtem 2fach Schwefelammonium etwas gelb). Es muß in gut verstopften Flaschen aufbewahrt werden.

206. Salze. Die Salze des Ammoniums werden daran erkannt, daß sie mit Kali oder Kalk zusammengerieben, Ammoniakgas entwickeln, welches entweder schon durch den Geruch bemerkbar wird oder durch den weißen Rauch, welcher sich bildet, wenn ein in Salzsäure getauchter Glasstab darüber gehalten wird. Sie haben einen beißenden Geschmack, und sind fast alle durch Hitze zu verflüchtigen oder zu zersetzen. Gegen Platinchlorid verhalten sie sich wie die Kalisalze, indem sie schwerlösliche Doppelsalze mit demselben bilden.

207. Chlorammonium, salzsaures Ammoniak, Salmiak, $NH^3 + ClH$, kommt nur in sehr geringer Menge in der Natur gebildet in der Nähe von Vulkanen vor. Früher erhielt man den Salmiak in größerer Menge nur allein aus Aegypten, wo er durch Sublimation des Kameelmistes dargestellt wurde. Die fabrikmäßige Darstellung geschah in der Nähe von Wien aus unreinem kohlensaurem Ammoniak, wie man dasselbe durch die Destillation des faulenden Harnes, früher auch durch die trockene Destillation von Knochen und andern thierischen Materien erhielt. Das kohlensaure Ammoniak, das wohl, wie es an manchen Orten geschieht, durch Salzsäure gesättigt werden kann, wurde hier durch eingerührtes Gipspulver in schwefelsaures Ammoniak umgestaltet, welches im Wasser gelöst bleibt, und von dem sich zu Boden setzenden unlöslichen kohlensauren Kalk abgegossen wird; letzterer wird ausgewaschen und calcinirt, um ihn als Düngmittel zu verwenden. Die sodann durch Abdampfen mehr concentrirte Lösung des schwefelsauren Ammoniaks wurde mit Kochsalz versetzt. Durch die gegenseitige Zerlegung der beiden Salze bilden sich Glaubersalz und Salmiak, wovon ersteres bei fortgesetztem Abdampfen zuerst heraus krystallisirt. Der später krystallisirende, noch mit Glaubersalz verunreinigte Salmiak wird in eisernen Gefäßen der Sublimation unterworfen, in deren oberem Theile er in Kuchenform erscheint, an der Oberfläche von Eisenchlorid, das abgehobelt wird, verunreinigt.

Der Salmiak hat in diesen derben Kuchen, wie er erhalten wird, einen faserigen Bruch, besitzt einen salzig scharfen Geschmack, ist geruchlos, unveränderlich an der Atmosphäre, löset sich in 3 Thln. kalten und 1 Thl. heißen Wassers auf, woraus er in federartigen Krystallen anschießt. — Der Salmiak dient zur Darstellung des ätzenden und kohlensauren Ammoniaks, ferner zum Löthen und Verzinnen von Eisen-, Kupfer-, Messinggeräthen, zur Darstellung einer Art von Königswasser, zu Platinsalmiak, Eisenkitt u. s. w.

208. **Kohlensaures Ammoniak, anderthalb kohlensaures Ammoniak** $(NH^3)^2\ddot{C}^3 + aq$. Man erhält dieses Salz durch Sublimation von 1 Thl. Salmiak und 2 Thln. fein geriebener Kreide, als eine blendend weiße, dem Zucker im Bruche ähnliche Masse, die ammoniakalisch riecht, scharf salzig schmeckt, auf Pflanzenpigmente alkalisch reagirt, in 2 Thln. Wasser von 12° und 0.8 Thln. heißen Wassers löslich ist. An der Luft verwandelt sich dasselbe durch theilweise Verflüchtigung des Ammoniaks in 2fach kohlensaures Ammoniak. Im unreinen Zustande verschafft man sich dieses Salz zu technischen Zwecken durch Destillation des faulen Harnes, wodurch man in der Vorlage ¼ des angewendeten Harnes als Harngeist (Urinspiritus) in flüssiger Form erhält. — Durch die trockene Destillation thierischer stickstoffhaltiger Materien und stickstoffhaltiger Steinkohlen erhält man dieses Salz sowohl in starrer Form, **Hirschhornsalz**, als in flüssiger, **Hirschhorngeist**, von dem beigemengten stinkenden Thieröhle braungelb gefärbt. Das kohlensaure Ammoniak dient zur Darstellung verschiedener Ammoniakpräparate, zur Abscheidung vieler Metalloxyde aus ihren Salzen, ferner als Reagens, zum Ausbringen der durch Säuren erzeugten Flecke, in unreinem Zustande zur Darstellung des Salmiaks, des Ammoniakalauns u. s. w.

209. **Salpetersaures Ammoniak**, $NH^3 + \dddot{\bar{N}} + aq$, erzeugt sich in geringer Menge in der Muttererde der Salpeterplantagen, dem beim Auflösen des Zinnes in sehr verdünnter Salpetersäure; es wird auch durch unmittelbare Zusammensetzung aus seinen Bestandtheilen erzeugt. Dieses Salz krystallisirt beim vorsichtigen Abdampfen in dünnen biegsamen Nadeln, besitzt einen scharfen bittern Geschmack, zerfließt an der Luft, löset sich unter Kälteerzeugung in 2 Thln. kalten Wassers auf, vom heißen braucht es nur gleiche Theile. Schnell erhitzt bis 160° zersetzt es sich in Wasser und Stickstoffoxydul. Bei zu schneller Erhitzung geschieht diese Zersetzung nicht so rein, sondern man erhält auch freies Stickgas und salpetrigsaures Ammoniak. Wird es schnell über 250° erhitzt oder wirft man es in einen glühenden Tiegel, so zersetzt es sich mit schwachem Zischen und einem gelblichen Lichte, unter Entwicklung von Wasser, salpetriger Säure und Stickgas. Auf glühenden Kohlen verpufft es mit etwas größerer Heftigkeit, doch immer nicht von der Art, daß es zu einem schießpulverähnlichen Präparate dienen könnte, wozu es sich schon seiner wasseranziehenden Eigenschaft wegen nicht eignen würde.

210. Nebst dem verdienen noch Erwähnung: **Salpetrigsaures Ammoniak**, aus salpetrigsaurem Bleioxyd und schwefelsaurem Ammoniak

darzustellen, zerlegt sich, wenn es im Wasser gelöst gekocht wird, in Stickgas und Wasser. (80.) — Schwefelsaures Ammoniak. Dieses Salz wurde zum Behufe der Salmiakerzeugung aus dem kohlensauren Ammoniak mittelst Gipses dargestellt; es kann auch zur Darstellung des ätzenden Ammoniaks mittelst Kalkes verwendet werden. — Phosphorsaures Ammoniak. Dieses Salz verliert durch Glühen die Basis, während die Säure als glasartiger Ueberzug an den Stoffen haftet, die mit demselben überstrichen wurden, daher als feuersicherndes Mittel zum Ueberziehen von Leinwand, Geweben u. dgl. Es bildet mit dem phosphorsauren Natron ein Doppelsalz, das sich auch im menschlichen Harne vorfindet (sal microcosmicum). Es wird dargestellt, indem man eine Lösung von 6 bis 7 Thln. krystallisirtem phosphorsaurem Natron mit 1 Thl. Salmiak versetzt, und dem Krystallisiren überläßt. Es hat Anwendung bei Löthrohrversuchen.

5. Barium.

211. Die Darstellung des Bariums, Ba, 85.69, geschieht entweder durch die Zersetzung des mit Wasser zu einem Teige angemachten Oxydes auf elektrischem Wege unter Anwendung des Quecksilbers als + Leiters, oder durch Desoxydation des Oxydes mittelst Kalium.

Das Barium hat zwei Oxydationsstufen:

Bariumoxyd, Baryt, Baryterde, $\dot{B}a$, kommt in der Natur vor in Verbindung mit Kohlensäure als Witherit und mit Schwefelsäure als Schwerspath. Der reine wasserfreie Baryt wird dargestellt durch Schmelzen und heftiges Glühen des salpetersauren Baryts in einem Silber- oder Platintiegel, bis sich kein Gas mehr entwickelt, oder durch Weißglühen des kohlensauren Baryts unter Zusatz von $^1/_{10}$ Kohle, wodurch das Entweichen der Kohlensäure als Kohlenoxydgas begünstiget wird. — Der wasserfreie ätzende Baryt ist eine grauweiße erdähnliche Masse, die nur im Knallgasgebläse schmilzt; mit $^1/_{10}$ Wasser befeuchtet, erhitzt er sich sehr stark; er zieht Wasser und Kohlensäure aus der Atmosphäre an, daher derselbe in wohl verstopften Flaschen aufbewahrt werden muß. Aus der kochend heißen Auflösung desselben schießen beim Erkalten Krystalle von Barythydrat mit 9 At. Wasser an, die in 24 Thln. kaltem und 2 Thln. heißem Wasser löslich sind, in der Hitze ihr Krystallwasser bis auf ein Atom abgeben und dadurch zu Barythydrat, $\dot{B}a + aq$, werden. Die Auflösung des Baryts, gewöhnlich Barytwasser genannt, reagirt alkalisch, wirkt giftig, zieht ebenfalls Kohlensäure an, wobei es sich mit einer weißen Haut von kohlensaurem Baryt bedeckt,

daher auch die Benützung desselben als Reagens auf dieses Gas und zur Wegschaffung desselben aus einem Gemenge, was jedoch nur im Kleinen ausführbar ist. Es übertrifft alle andere Basen in seiner Verwandtschaft zur Schwefelsäure, mit der es einen im Wasser, auch in Salpetersäure und Salzsäure ganz unlöslichen weißen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt gibt, daher auch die löslichen Salze desselben als Reagens für Schwefelsäure, selbst in den verdünntesten Lösungen, und überhaupt zur Auffindung und Bestimmung des Schwefels in einer Mischung dienen; in letzterem Falle muß der Schwefel früher durch Verpuffen mit Salpeter in Schwefelsäure verwandelt werden. Umgekehrt dient Schwefelsäure und deren Salze zur Erkennung eines Barytsalzes, so wie zur Bestimmung der Menge des Baryts. Die **Barytsalze** zeichnen sich noch ferner durch ihr großes specifisches Gewicht aus, und durch ihre giftigen Wirkungen.

Bariumsuperoxyd. Durch Verbrennen des Bariums im Sauerstoffgase oder Erhitzung des wasserfreien Baryts in demselben Gase erhalten, findet Anwendung zur Darstellung des oxydirten Wassers.

212. **Bariumsulfurid, Schwefelbarium,** BaS, auch **Bologneser Leuchtstein** genannt, von der Eigenschaft, wenn er von der Sonne beschienen war, im Finstern zu leuchten. Zu dessen Darstellung wird fein pulverisirter, am besten geschlämmter Schwerspath mit $\frac{1}{4}$ Kohlenpulver und $\frac{1}{8}$ Mehl, Colophonium u. dgl. innig gemengt, mit Wasser zu einem Teige angemacht und in Kugeln oder Cilinder geformt, und diese sodann getrocknet in einem bis auf eine kleine Oeffnung zum Entweichen des Kohlenoxydgases gut bedeckten Tiegel anhaltend stark geglüht. Durch Auskochen der geglühten Masse mit Wasser löst sich das Schwefelbarium auf, und unzersetzter Schwerspath und Kohle bleiben zurück. Aus Schwefelbarium, in so fern nicht natürlich vorkommender kohlensaurer Baryt zu haben ist, werden alle andere Barytpräparate dargestellt, denn durch Versetzung der erhaltenen Lösung mit kohlensaurem Natron fällt, während Schwefelnatrium in der Lösung bleibt, kohlensaurer Baryt zu Boden, der durch Salpetersäure oder Salzsäure in salpetersauren Baryt oder Chlorbarium umgewandelt wird. Zur Darstellung der letzten beiden Salze kann die Schwefelbariumlösung auch gleich durch die genannten Säuren zersetzt werden, wobei sich Schwefelwasserstoffgas entbindet, daher die Operation im Freien oder unter einem gut ziehenden Rauchfange vorzunehmen ist oder doch das Gas durch Entzünden minder lästig gemacht werden muß.

213. **Bariumchlorid, Chlorbarium,** BaCl, dargestellt auf die oben angegebene Weise oder durch Glühen von 2 Thln. Schwerspath

mit 1 Thl. Chlorcalcium und Auslaugen der geglühten Masse, wodurch der unlösliche schwefelsaure Kalk zurückbleibt. Dieses Salz krystallisirt mit 2 At. Wasser, ist luftbeständig, von bitterlich scharfem Geschmacke; es löset sich in 2 ⅓ Thl. Wasser von 12° und in weniger als 1 ⅓ kochendem auf, ferner in 400 Thln. absolutem Alkohol (im Weingeiste etwas leichter, der dann nicht mit rother Flamme brennen darf, was auf Chlorstrontium deutet). Gegen Salzsäure verhält es sich wie das folgende Salz zur Salpetersäure. In der Hitze schmilzt es, verliert sein Krystallwasser, und ist dann etwas schwerer löslich. Die Anwendung desselben ist als Reagens.

214. Salpetersaurer Baryt, $\dot{Ba}\dddot{N}$, krystallisirt ohne Krystallwasser, decrepitirt jedoch durch Erhitzung mit großer Heftigkeit, bis alles zu einem weißen Pulver zerfallen ist. An der Luft ist dieses Salz unveränderlich. Im Wasser ist es schwer löslich, indem es 20 Thle. von 0°, 12 Thle. von 12°, und bei 3 Thln. von siedend heißem Wasser zu seiner Lösung nothwendig hat. Im Alkohol ist es unlöslich. Salpetersäure haltendes Wasser löset bedeutend weniger auf, daher es auch beim Zusatz von Salpetersäure in bedeutender Menge niedergeschlagen wird. Unter gewissen Umständen krystallisirt dieses Salz mit 5 At. Wasser. Man benützt den salpetersauren Baryt zur Darstellung des Aetzbaryts, dann als Reagens und zur Darstellung eines grün brennenden Feuerwerkssatzes.

215. Von den übrigen Salzen sind noch der in der Natur vorkommende kohlensaure Baryt, Witherit, $\dot{Ba}\ddot{C}$, so wie der in beträchtlicher Menge vorkommende schwefelsaure Baryt, Schwerspath, zu bemerken, deren bereits Erwähnung gemacht wurde. Ersterer künstlich dargestellt, ist in 4300 kaltem Wasser, leichter im kohlensauren Wasser löslich; der letztere dient, nebst der Verwendung zur Darstellung aller Barytpräparate, auch als Versatzmittel für Bleiweiß, wobei er aber frei von Eisenoxyd sein muß; für sich allein, mit Firniß abgerieben, wenn man ihn als unveränderliche weiße Farbe anwenden wollte, hat er jedoch zu wenig Körper.

6. Strontium.

216. Das Strontium, Sr, 54.73 kommt gleich dem Barium in der Natur als Oxyd an Kohlensäure gebunden im Strontianit und Cölestin vor. Letzteres Mineral ist gleich dem Schwerspathe dasjenige, welches zur Darstellung der verschiedenen Strontianpräparate, als des salpetersauren Strontians, des Chlorstrontiums, ferner des Strontians im wasserfreien und Hydratzustande dient, aus welch letzterem endlich das metallische Radical

selbst reducirt erhalten werden kann. Die Darstellungsweise derselben ist ganz die der entsprechenden Barytverbindungen. In Bezug der Eigenschaften reihet sich dieses Metall an das vorige zunächst an, eben so dessen Oxyd, Strontian, $\dot{Sr}$, welches nur an Löslichkeit, so wie in der Stärke der alkalischen Reaction nachsteht. Auch an Verwandtschaft zur Schwefelsäure wird der Strontian von dem Baryt übertroffen, wozu noch insbesondere eine geringe Löslichkeit des schwefelsauren Strontians kommt, daher auch in sehr verdünnten Lösungen des Strontians sowohl, als seiner Salze durch Schwefelsäure kein Niederschlag mehr bewirkt wird. Die Salze dieser Basis unterscheiden sich von den Barytsalzen noch überdieß durch ein geringeres specifisches Gewicht, durch den Mangel an giftiger Wirkung und durch die Eigenschaft, die Flamme des Weingeistes roth zu färben. Kieselfluorwasserstoffsäure, welche in Barytsalzen eine Fällung macht, bewirkt in diesen keinen Niederschlag.

217. Chlorstrontium, Strontiumchlorid, $SrCl$, in dünnen säulenförmigen Krystallen, die 6 At. Wasser enthalten, $^3/_4$ ihres Gewichtes von demselben zur Auflösung bedürfen, im kochenden aber sich in einer jeden Menge auflösen. Das durch Erhitzung seines Krystallwassers beraubte Salz löset sich schwerer. Chlorstrontium ist auch in gleichen Theilen Weingeist (von 0.833 Dichte) löslich, aber erst in 24 Thln. absolutem Alkohol.

Diese Auflösung, besonders wenn ein Docht vorhanden ist, brennt mit schöner rother Flamme, zu deren Hervorbringung man dieses Salz auch benützt (z. B. auf Theatern).

Salpetersaurer Strontian, $\dot{Sr}\ddot{\ddot{N}}$, krystallisirt aus einer heißen Auflösung ohne chemisch gebundenes Wasser in luftbeständigen Octaedern, kann aber auch in leicht verwitternden Krystallen von einer andern Form mit 5 At. Wasser aus einer verdünnten Lösung bei niederer Temperatur erhalten werden. Das wasserfreie Salz braucht 5 Thl. kaltes und $^1/_2$ Theil kochendes Wasser. Es dient zur Darstellung roth brennender Feuerwerksätze.

Die beiden in der Natur vorkommenden unlöslichen Salze, der kohlensaure Strontian, Strontianit, und der schwefelsaure Strontian, Cölestin, so wie deren Anwendung wurde schon oben erwähnt.

7. Calcium.

218. Die Darstellung des Calciums, Ca, geschieht ganz auf dieselbe Weise, wie die der beiden vorhergehenden Metalle, mit denen es sowohl für sich als in Bezug der entsprechenden Verbindungen die größte Aehnlich-

keit hat. — Das Calcium hat ebenfalls zwei Oxydationsstufen, wie die beiden vorigen, von denen aber auch nur das Oxyd seiner vielfachen Anwendung wegen von Interesse ist.

Calciumoxyd, Ċa, kommt in der Natur mit verschiedenen Säuren verbunden vor, als mit Kohlen-, Schwefel-, Salpeter-, Phosphorsäure im Mineralreiche, auch mit Weinstein-, Aepfel-, Kleesäure in der organischen Natur. — Zur Darstellung desselben wählet man den natürlich vorkommenden kohlensauren Kalk, welcher durch heftiges Glühen ohne Zusatz von Kohle die Kohlensäure abgibt. Zum chemischen Gebrauche wendet man den reinsten kohlensauren Kalk an, weißen carrarischen Marmor (Abfälle von Bildhauerarbeiten), und glüht denselben in einem gut ziehenden Windofen, bis eine genommene Probe (wie folgt) ihn frei von Kohlensäure anzeigt.

Das reine Calciumoxyd, Kalk, Kalkerde, auch ätzender, gebrannter, lebendiger Kalk genannt, ist weiß, von der Dichte 2.3; er schmilzt für sich allein nicht im Ofenfeuer, sondern nur in den wenigen bekannten Mitteln, die zur Hervorbringung der höchsten Hitzegrade dienen. Durch Vermengung mit andern Metalloxyden wird die Schmelzung befördert, daher man denselben auch zur Gattirung der Erze, um die Gangart in Fluß zu bringen, absichtlich zusetzt, hingegen dessen Beimischung zum Formmateriale bei der Auswahl desselben zu vermeiden hat. Der Kalk wirkt ätzend und zerstörend auf thierische Theile, aber nur im geringen Grade. Er hat große Verwandtschaft zum Wasser und zur Kohlensäure, wie es diesen starken Basen allen eigen ist, daher er andern Substanzen das Wasser, z. B. dem Weingeiste, oder Wasser und Kohlensäure zugleich entziehet, wie der atmosphärischen Luft. Hiedurch zerfällt er, wenn er derselben längere Zeit ausgesetzt bleibt, zu einem weißen Pulver und heißt in diesem Zustande, luftzerfallener Kalk; er besteht sodann aus kohlensaurem Kalke und Kalkhydrat. — Besprenget man ihn aber mit mehr Wasser, so eignet er sich dasselbe (⅓ seines ganzen Gewichtes) unter so großer Wärmeentbindung an, daß sich selbst Schießpulver entzündet. Die gebrannten derben Kalksteine bersten hiebei und zerfallen unter Zischen zu einem weißen, feinen, vollkommen trocken anzufühlenden Pulver, Kalkhydrat, gelöschter Kalk, $\dot{C}a + aq$, in welchem Zustande er nur wenig ätzend wirkt. Die heißen Wasserdämpfe, in die sich ein Theil des darauf gegossenen Wassers verwandelt, verbreiten einen eigenen Geruch und reitzen die Augen. Luftzerfallener Kalk löschet sich nicht mehr, d. i. er verbindet sich nicht mehr unter Erhitzung mit Wasser. Wird mehr Wasser angewendet, als zur Verwandlung in Kalkhydrat, zum Löschen des Kalkes nothwendig ist, so ent-

steht **Kalkbrei**, der an der Luft langsam verhärtet, bei noch größerer Wassermenge, **Kalkmilch**. Sobald sich der darin aufgelöst gebliebene Kalk abgesetzt hat, oder durch Filtriren getrennt wird, so hat man **Kalkwasser**, als wasserklare Flüssigkeit, worin sich nur $\frac{1}{750}$ des Wassergewichtes an Kalk aufgelöset befindet; vom heißen Wasser wird derselbe in noch geringerer Menge aufgelöst, indem 1280 Theile desselben erforderlich sind. Das Kalkwasser reagirt, wie aus der gemachten Eintheilung hervorgehet, alkalisch, und muß in wohl geschlossenen Gefäßen, um vor dem Anziehen der Kohlensäure geschützt zu sein, aufbewahrt werden.

Das **Brennen des Kalkes** im Großen, wozu man den natürlich vorkommenden Kalkstein verwendet, geschieht meistens in eigenen Oefen, Kalköfen, deren Construction nach der Natur des Brennmateriales (Holz, Steinkohlen oder Torf) und nach Maßgabe örtlicher Umstände verschieden ist. Man unterscheidet **liegende** und **stehende Kalköfen**. Erstere sind länglich viereckige Räume mit dicken Wänden, welche von innen mit feuerfesten Ziegeln bekleidet und mit einem Gewölbe überspannt sind. An einer der schmalen Seiten des Ofens befindet sich die Oeffnung zum Einsetzen und Herausnehmen der Kalksteine, welche während des Brennens vermauert wird, an den langen Seiten, oder auch nur an einer derselben, sind die Schürlöcher zum Einlegen des Holzes angebracht. Das Einsetzen der Kalksteine geschieht auf die Art, daß in der Richtung von den Schürlöchern nach der gegenüber stehenden Wand Kanäle, Feuergassen, aus denselben gebildet werden, welche zur Einlage des Holzes dienen. Die Räume zwischen den Kanälen und bis zum Gewölbe werden mit Kalksteinen kunstgemäß ausgefüllt, daß die Flamme ungehindert durchschlagen kann. Im Gewölbe des Ofens sind durch Thon verschließbare Oeffnungen angebracht, um das Feuer zu reguliren.

Die stehenden oder Schachtöfen, auch Stichöfen genannt, werden häufig in dem Abhange eines Hügels so aufgeführt, daß derselbe wenigstens zur Hälfte seines Umfanges vom Erdreich umgeben ist, theils um wenigstens von einer Seite gegen den Wind geschützt zu sein, theils um mittelst einer mäßig steigenden Auffahrt bequem zur obern Oeffnung, der Gicht, gelangen zu können. Man kann in dem Schachtofen entweder periodisch brennen (intermittirende Oefen) oder auch ununterbrochen fortarbeiten. Im ersten Falle ist der Schacht niedrig, aber weit, eiförmig gestaltet, man setzt in demselben ein Gewölbe von größern Kalksteinen, schichtet darüber die kleinern, bis über die Gicht hinaus, und zündet unter dem Gewölbe auf dem in der Mitte angebrachten Roste das Holz an.

Sollen die Schachtöfen eine ununterbrochene Benützung zulassen, so gibt man dem Schachtraume die Form eines umgekehrten Kegels, oben weiter als unten, und es werden die Kalksteine mit Brennmateriale (Steinkohle) schichtenweise aufgegeben oder man bringt die Feuerung auf eigene Herde rings um den Schacht herum an, wodurch die Flamme, nicht aber das Brennmateriale in die unmittelbare Berührung mit den Kalksteinen kommt.

Bei intermittirenden Oefen findet ein Verlust an Brennstoff statt, indem nach jedem Brande die Ofenwände früher so weit abgekühlt werden, bis ein neuer Einsatz von Kalksteinen statt finden kann. Ueberdieß haben solche Oefen den Nachtheil, daß die untersten unmittelbar über dem Feuerherde befindlichen und folglich am heftigsten erhitzten und am frühesten gar gebrannten Steine so lange im Feuer liegen müssen, bis auch die höher liegenden ausgebrannt sind. Letzteres verursacht zwar keinen Mehraufwand an Brennmateriale, bewirkt aber bei gewissen Kalksteinsorten ein Ueberbrennen oder Todtbrennen (siehe weiter unten) und dadurch einen Verlust. Vorzüglich ist daher die Einrichtung des continuirlichen Ofens, wo der Brand ununterbrochen fortdauert, und der Kalk von unten in dem Maße, als er gar gebrannt ist, weggenommen, von oben aber neuer Kalkstein aufgegeben wird.

Einer der einfachsten stehenden Kalköfen ist in Fig. 25 abgebildet; aa das Mauerwerk, das in einem Hügelabhange gebaut ist, d das aus großen Kalksteinen nach der Heizöffnung e zu offene Gewölbe. Fig. 26 stellt einen Ofen von der letzteren Einrichtung vor; a' ist die Heizöffnung mit dem Roste a. Die zum Verbrennen nothwendige Luft strömt durch b unter den Rost; d ist der Aschenfall, c die Oeffnung zu demselben, welche aber während des Brennens verschlossen ist. e ist der Abzugskanal für den gebrannten Kalk, der in dem Raume f abkühlt. Der in der Höhe des Abzugskanals gezeichnete Querdurchschnitt Fig. 27, zeigt die drei Feuerungen und die drei Abzugskanäle dieses Ofens. Beim Anheitzen des Ofens wird zuerst das Brennmateriale durch die Abzugskanäle e in das aus Kalksteinen gebildete Gewölbe in den Ofen gebracht, und das Feuer daselbst so lange unterhalten, bis der unterhalb b befindliche Kalk gar gebrannt ist. Hierauf wird erst der ganze Ofen mit Kalksteinen gefüllt, letztere noch kegelförmig über der Mündung aufgehäuft und das Feuer auf dem Roste b angebracht.

Obwohl der Kalk schon ohne Zusatz von Kohle in der Weißglühhitze seine Kohlensäure abgibt, so wird doch das Entweichen derselben durch die Gegenwart von Wasserdampf oder von Gasen, in denen die Kohlensäure diffundiren kann, sehr befördert; so wie umgekehrt in einem mit Kohlensäure gefüllten Raume der Kalkstein gar keine Säure abgibt, wie es durch

directe Versuche erwiesen ist. Aus dieser Ursache sind auch frisch gebrochene Kalksteine, die noch mehr Wasser enthalten, leichter zu brennen, als an der Luft ausgetrocknete; doch muß das Feuer Anfangs nur gelinde gegeben und allmälich verstärkt werden, damit die Kalksteine nicht durch eine gewaltsame Entbindung von Wasserdämpfen zerspringen und ein Nachstürzen der aufliegenden Masse verursachen. Auch mäßig feuchte Luft befördert das Brennen.

Durch das Brennen verliert der Kalkstein ungefähr 0.15 bis 0.20 an Volum oder 0.45 bis 0.50 am Gewichte. Würde man stets nur reinen kohlensauren Kalk anwenden, so müßte auch der hinlänglich gebrannte Kalk rein, und immer von gleicher Beschaffenheit sein; die natürlich vorkommenden Kalksteine sind aber in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden, indem sie Thon- und Bittererde, Eisen- und Manganoxyd, nebst dem Kieselerde enthalten. Diese fremden Beimischungen sind auch die Ursache des sogenannten Todtbrennens des Kalkes, worunter man das Zusammensintern des Kalkes versteht, und wodurch er die Eigenschaft, sich mit Wasser zu löschen, nicht mehr besitzt, was bei reinem Kalke nicht der Fall ist. Todt gebrannte Kalkstücke enthalten im Innern oft noch kohlensauren Kalk, indem die Kohlensäure durch die zusammengesinterte Oberfläche nicht entweichen kann. Kalksteine können auch zu wenig gebrannt sein, wenn die Hitze an einzelnen Stellen des Ofens zu klein war. Zu wenig gebrannter Kalk brauset mit Säuren noch auf, und läßt sich nur unvollkommen löschen, indem rohe Kerne zurückbleiben; derlei nicht zur Gare gebrachter Kalk kann bei einem folgenden Brennen an geeigneten Stellen des Ofens wieder eingesetzt werden.

Nach dem Verhalten, das der Kalk beim Löschen zeigt, unterscheidet man fetten und magern Kalk; ersterer zischt stark mit Wasser und fällt leicht aus einander, er schwillt stark auf (gedeiht), bildet einen steifen, feinen, stark bindenden, sehr schlüpfrigen (fetten) Brei, und verträgt bei der Mörtelbereitung viel Sand. Er entsteht aus einem Kalksteine, der nicht über 0.10 an fremden Bestandtheilen, als Thon-, Bittererde u. s. w. enthält. Magerer Kalk hingegen, aus Kalkstein gebrannt, der über 10, selbst bei 25 Proc. fremde Gemengtheile, besonders Bittererde enthält, erhitzt sich mit Wasser weniger, gedeiht im minderen Grade, und gibt einen kurzen, weniger bindenden Teig. Er verträgt weniger Sand als ersterer, und verliert, längere Zeit aufbewahrt, seine Geschmeidigkeit.

Das Löschen des Kalkes geschieht gewöhnlich in eigenen Kalktruhen oder Kästen, in denen man die gebrannten und fläch aus einander gelegten

Kalksteine mit Wasser besprengt, bis sie aufschwellen, bersten und in Pulver zerfallen, wonach man mehr Wasser zuleitet, die Masse mit Haken oder Krücken bis zu einem gleichartigen Breie durcharbeitet, und sie in eine Grube, Kalkgrube, zur Aufbewahrung abläßt. Zum Löschen dient Flußwasser oder Brunnenwasser, wenn es keine merkbare Menge von salpetersaurem Salze oder Kochsalze enthält, wodurch der sogenannte Mauerfraß in dem daraus bereiteten Mörtel, durch die Bildung der zerfließlichen Salze (salpetersaurer und salzsaurer Kalk) bedingt wird.

Im Mittel ist für fetten Kalk 3¼faches Gewicht an Wasser zur Löschung zu einem steifen Breie erforderlich; durch mehr Wasser wird derselbe zu dünn; zu wenig Wasser hingegen macht, daß die Kalktheile wegen der statt findenden größern Erhitzung nicht hinlänglich aufgeschlossen werden, sondern sandartig zusammentreten (Verbrennen des Kalkes). — In der Grube wird der Kalkbrei nach und nach steifer, speckiger, die Kalktheile einigen sich vollkommener mit Wasser, wodurch der gelöschte Kalk an Güte gewinnt; um nicht Kohlensäure anzuziehen, muß derselbe durch Darüberschütten von Sand und Ueberlegen mit Brettern hinreichend bedeckt werden.

Der Kalk hat ausgedehnte Anwendung. Kalkwasser dient als Reagens auf Kohlensäure, so wie auch zur Wegschaffung derselben aus einem Gasgemenge (wozu jedoch Barytwasser wegen des größern Gehaltes an Baryt oder die Auflösung eines ätzenden Alkali vorzuziehen ist); gleichen Dienst leistet Kalkmilch oder Kalkbrei, wenn kohlensaures Gas aus einer größeren Quantität eines Gasgemenges, wie aus dem bei der Bereitung des Leuchtgases entwickelten, oder dem bei der Gährung geistiger Flüssigkeiten (siehe Kohlensäure) erzeugten, wegzuschaffen ist. Ferner dienet ätzender Kalk zur Darstellung des reinen Kali und Natrons, des Ammoniaks, des sogenannten Chlorkalkes (siehe daselbst), beim Läutern des Salpeters zur Abscheidung organischer Substanzen, beim Raffiniren des Zuckers zu gleichem Zwecke, beim Gerben zur Enthaarung der Häute, als Polirmittel, zu Kitten u. s. w. Kalk ist ferner eines der gewöhnlichsten Materiale zur Aufbauung der Salpeterhaufen, wozu er jedoch selbst in der Form des Mörtels, Mauerschuttes u. dgl. genommen wird, endlich mit Sand zur Bereitung des Mörtels, zum Uebertünchen der Wände.

219. Mörtel. Kalkbrei mit Sand oder irgend einem sandartigen Zuschlage gemengt, gibt den Mörtel, der zur Verbindung der Bausteine u. dgl. dient. Man unterscheidet gemeinen oder Luft- und Wasser- oder hydraulischen Mörtel.

Der Luftmörtel besteht aus Kalkbrei und Sand, der aufs innigste in ersteren eingemengt ist; mit diesem Breie wird der mit Wasser benetzte Stein bestrichen, dann ein anderer ebenfalls benetzt darauf gedrückt, daß der überflüssige Antheil herausgepreßt wird, und nur eine dünne Zwischenlage zurückbleibt, die zugleich die Fugen, die zwischen den Steinen sind, ausfüllt. Der Kalkbrei verliert nach und nach so viel Wasser, daß Kalkhydrat entsteht, welches durch fortdauernde Aufnahme von Kohlensäure zu kohlensaurem Kalke wird, wodurch er allmälich erhärtend nicht nur für sich ein festes Conglomerat bildet, sondern auch die Steine durch Anhaftung an deren Flächen, wie ein Kitt fest an einander bindet. Geht die Austrocknung sehr langsam vor sich, so erfolgt diese Bildung schon durch Vermittlung des im Kalke enthaltenen Wassers, das sich mit Kalk als Kalkwasser sättigt, den kohlensauren Kalk krystallinisch (stalaktitisch) absetzt, sich neuerdings mit Aetzkalk sättigt u. s. w., wogegen Mörtel, der schnell in warmer trockener Luft sein Wasser abgegeben hat, keine Festigkeit zeigt, obwohl sich ebenfalls kohlensaurer Kalk, doch nicht von derselben Bindung gebildet hat, da es hinlänglich bekannt ist, daß die Umstände, unter der die Körper den starren Aggregatzustand annehmen, sehr viel auf ihre Cohäsion Einfluß haben. Daraus geht auch hervor, daß Zusätze, die ein schnelles Austrocknen des Mörtels durch Absorption des Wassers herbeiführen sollen, wohl für den nächsten Augenblick eine schnellere Erhärtung desselben bewirken, doch demselben niemals die Festigkeit des langsam nach Obigem erhärteten ertheilen werden, woraus auch die Nothwendigkeit folgt, die Steinfläche hinlänglich zu benetzen, damit sie nicht durch ihre Capillarwirkung dem Mörtel das Wasser zu schnell entziehe. Auch schnell eintretende Frostkälte wirkt nachtheilig auf die Festigkeit des Mörtels. — Der Kalk wirkt hiebei nicht chemisch auf den Sand ein, wie man früher zu glauben geneigt war, sondern nur durch Adhäsion gegen die Oberfläche der Steine und der Sandkörner; Sand dient daher nur als Bindemittel, und verhindert zugleich zu großes Zusammenziehen und Zerklüften des Kalkbreies, was statt findet, wenn er für sich allein erhärtet. Die vollständige Erhärtung des Mörtels in dichten Mauerwerken dauert 20 bis 30 Jahre, in sehr dicken Mauern auch weit darüber. Das Wasser des Kalkhydrats wird endlich ganz durch Kohlensäure ersetzt, obwohl dieses so langsam geht, daß man selbst nach einem Jahrhunderte den Mörtel in der Mitte einer Mauer noch kaustisch finden kann.

Da nur sehr langsame Austrocknung und Erhärtung den höchsten Grad der Härte des Mörtels zu bewirken im Stande ist, so erklärt sich

von selbst, daß in neuern Bauwerken niemals ein so steinharter Mörtel gefunden werden kann, wenn auch die sonstigen Bedingnisse dieselben sind, wie in alten Gemäuern. Sucht man Steine, die durch hinlänglich erhärteten Mörtel vereinigt sind, von einander zu trennen, so geht eher die Steinmasse entzwei, als der Mörtel losläßt.

Der Luftmörtel wird in der Regel aus eingesumpftem Kalke, wozu fetter Kalk am tauglichsten ist, bereitet; als Sand dient zerkleinertes Gestein, wenn es nur nicht mit Thon, Dammerde u. s. w. vermengt ist; er darf nicht zu fein sein (außer zum Verputzen der Außenseiten der Mauern), noch zu grob, wie er zu Bruchsteinmauern genommen werden kann, sondern er ist am tauglichsten, wenn er mittelgrob, aber von verschiedener Größe der Körner (gröberer mit feinerem gemengt) ist; zugleich soll er nicht rund, sondern eckig, kantig sein, daher man Grubensand dem Flußsande vorziehet. Die Menge des Sandzuschlages anbelangend, so verträgt fetter Kalk mehr als magerer, im erstern Falle auf 1 Kb. F. eingesumpften steifen Kalkbrei nimmt man 3 bis 4 Kb. F. Sand, im letztern 1½ bis 2½ Kb. F., weil fremdartige Gemengtheile, welche er enthält, so wie auch unaufgeschlossene Kalktheile, schon selbst sich wie Sand verhalten; das letztere ist auch der Fall, wenn der Kalk bei zu schwacher Hitze nicht gar gebrannt ist, und folglich noch kohlensauren Kalk enthält.

Luftmörtel kann nur für Bauwerke dienen, welche bloß der Wirkung der Luft und den gewöhnlichen Witterungseinflüssen ausgesetzt sind; wird er vor seiner gänzlichen Erhärtung ins Wasser gebracht, so zerfällt er; das Kalkhydrat wird als Kalkmilch ausgewaschen und der beigemengte Sand scheidet sich unverändert aus. — Bei Bauwerken, die der Einwirkung des Wassers ausgesetzt sind, wendet man daher hydraulischen oder Wassermörtel an.

Während nämlich die Erhärtung des gemeinen Mörtels nur durch allmälichen Uebergang des Kalkhydrates in kohlensauren Kalk und durch die angemessene Austrocknung erfolgt, wird die Erhärtung des Wassermörtels auf nassem Wege durch eine Verbindung der Kieselerde mit Kalk, Bildung eines Kalksilikats, bewirkt, welches im Wasser unlöslich, mit Krystallisationswasser sich ausscheidet, und mit dem übrigen festen Theile des Zuschlages eine erhärtende Masse bildet. Der hydraulische Kalk erhärtet wohl auch schnell an der Luft, aber nicht in der genannten Art, bekommt in diesem Falle auch Risse, während dessen Erhärtung unter Wasser langsamer und gleichförmiger erfolgt. Hiezu darf aber die Kieselerde nicht im Zustande des Quarzsandes, der fast reine Kieselerde ist, sondern in sehr fein vertheiltem Zustande, wie sie in den Silikaten der Thonerde sich vorfindet,

verwendet werden, welche früher durch Brennen (für sich allein oder mit Kalk) auf die Art aufgeschlossen werden, daß der Kalk auf die darin befindliche Kieselerde auf nassem Wege zu wirken im Stande sei. — Derlei in der Natur vorkommende Silikate sind: Puzzolane, Traß u. e. a. vulkanische Producte, welche die durch das Feuer nothwendige Vorbereitung schon erlitten haben. Ein vorzügliches Materiale zu diesem Cemente ist der überall vorhandene Thon, eine Verbindung von Kiesel- und Thonerde in verschiedenen Verhältnissen, jedoch gewöhnlich mit überwiegender Menge der erstern (0.50 bis 0.60), nebst einem Gehalte an Eisenoxyd und Kalk. Auf gleiche Weise können Porzellankapselscherben, Hochofenschlacken, Ziegelmehl u. s. w. (welch letzteres gewöhnlich eines starken Durchbrennens bedarf) zu diesem Zwecke gebraucht werden.

Zur Bereitung des hydraulischen Mörtels wird das gepulverte Cement in gehöriger Menge (das 3 bis 5fache des Kalkgewichtes) dem Kalkbreie zugesetzt, durch Treten und Schlagen mit Keulen und mittelst Durcheinanderschaufeln so gleichförmig als möglich gemengt, unter Zusatz von so viel Wasser, daß ein wie früher geschmeidiger Brei entsteht. Diese hydraulische Masse wird höchstens einen Tag vor dem Gebrauche durchgearbeitet, und muß sich auch gleich nach der Verarbeitung unter Wasser befinden, um an der Luft nicht Risse zu erhalten. — Vortheilhaft für die Consistenz bei nachherigem Erhärten dieses Mörtels ist, denselben nicht locker aufzutragen, sondern so dicht als möglich zusammenzudrücken, damit nicht das Wasser, ehe die chemische Wirkung eingeleitet und somit der Erhärtungsproceß Fortschritte gemacht hat, auf mechanische Weise Kalk löse, wodurch der Zusammenhang geschwächt werden würde.

Die Quantität des Cements, welches dem Kalkbreie zugesetzt wird, ist verschieden, nach Maß der Güte desselben und nach der Qualität des Kalkes; magerer Kalk enthält nämlich selbst Cement in sich, bedarf daher weniger. Ist eine im Kleinen gemachte Probe in 24 Stunden in Wasser nicht zerfallen, so kann sie als gut angesehen werden; mancher Mörtel erhärtet wohl langsamer, wird aber auch fester.

Für denjenigen Gebrauch, wo der Mörtel nicht beständig unter Wasser bleibt, sondern hauptsächlich den Nachtheil zu großer Feuchtigkeit verhindern soll, z. B. bei Fundament- und Kellermauern an der Wetterseite u. dgl., setzt man nebst Cement auch Sand hinzu, wie zum Luftmörtel, und erhält dadurch ein Gemisch aus Luft- und Wassermörtel.

Nicht immer ist es nothwendig, sich den hydraulischen Mörtel durch Zusatz eines Silikats zum Kalkbrei zu bereiten, sondern an manchen Orten

findet man den Kalk schon in der Natur mit dem Cemente, indem er kieselsauren Kalk, kieselsaure Thonerde (nebst Bittererde und Eisenoxyd) enthält, daher derselbe auch nach gehörigem Brennen, ohne sonstigen Zuschlag schon hydraulischen Mörtel liefert. Hieher gehören alle thonhaltige, d. i. Kiesel- und Thonerde haltige Kalksteine, namentlich Kalkmergel (Thonerde und Bittererde reichen nicht aus, es muß hauptsächlich Kieselerde vorwaltend sein, Eisen- und Manganoxyd, die sich darin befinden, spielen keine active Rolle). Dieser thonhaltige Kalkstein oder Mergel hat gewöhnlich eine geringere Härte, als der gemeine Kalkstein, der Bruch ist erdig, angefeuchtet verbreitet er einen starken Thongeruch, mit Salz- und Salpetersäure löset er sich zum Theil unter Aufbrausen auf, indem Thon als schlammiger Rückstand bleibt. Ein solcher schon fertiger Kalk heißt auch hydraulischer Kalk, und liefert nach dem gehörigen Brennen einen viel schneller erhärtenden hydraulischen Mörtel, als der nach Obigem bereitete ist, was der gewöhnlich viel gleichförmigern und feinern Vertheilung der Bestandtheile zugeschrieben werden muß.

Nach dem Gehalte an Kalk und Thon im thonhaltigen Kalksteine muß auch der Grad und die Dauer der Hitze, welcher derselbe ausgesetzt wird, verschieden sein, um den besten hydraulischen Kalk zu liefern, welchen er seiner Zusammensetzung nach zu bilden im Stande ist. Bei zu großem Gehalte an Thon verträgt der Mergel nur eine mäßige und nicht lange dauernde Hitze, sonst findet schon beim Brennen eine Verschlackung, d. i. eine chemische Verbindung der Kalk- und Thonerde mit der Kieselerde statt, wodurch eine weitere Verbindung auf nassem Wege nicht mehr möglich ist; solcher stark und anhaltend gebrannter Mergel kann nur mehr als Cement wirken, und muß daher einem andern Kalkbreie zugesetzt werden, um hydraulischen Mörtel zu liefern. Am tauglichsten zeigt sich der Mergel von 25 bis 30 Proc. Thon; gehörig gebrannt, erwärmt er sich nicht mehr stark mit Wasser und zerfällt nicht, er muß durch Stampfen u. dgl. pulverisirt werden, wenn er zum Gebrauche genommen werden soll. Bei zu kleinem Gehalte an Thon ist der Kalkstein für sich noch nicht zu diesem Zwecke tauglich, wird es aber durch Zusatz der fehlenden Menge des Cementes. Im Allgemeinen darf der Mergel nur mäßig gebrannt werden, wodurch Kohlensäure entweicht, und das zurückbleibende Product aus einem Gemenge aus Aetzkalk, und einem Silikate von Kalk und Thonerde besteht. Es ist gut, das Verhalten der verschiedenen Mergelarten im Brennen durch Versuche im Kleinen auszumitteln, da selbst bei gleichem Thongehalte eine verschiedene Behandlung erforderlich wird, was vom ungleichen

Verhältnisse an Kiesel- und Thonerde im Thone, so wie von dessen physischer Beschaffenheit, von beigemengten Substanzen u. dgl. herrührt.

Um den Mergel zu prüfen, ob und in wie fern er zum Wassermörtel tauglich sei, brennt man zollgroße Stücke in einem Tiegel oder zwischen Kohlen in mittelmäßiger Rothglühhitze durch 1½ bis 2 Stunden, zerreibt sodann die Stücke zu einem feinen Pulver, das man mit Wasser zu einem steifen Teige knetet, und diesen sogleich unter Wasser bringt. Um überhaupt den Thongehalt des Mergels auf nassem Wege zu untersuchen, behandelt man eine abgewogene Menge desselben mit verdünnter Salz- oder Salpetersäure, so lange ein Aufbrausen statt findet, sammelt den Rückstand auf einem Filtrum, wäscht ihn gut aus, und wiegt ihn, nachdem er scharf ausgetrocknet worden.

220. Schwefelcalcium, CaS, Kalkschwefelleber, auch Canton's Phosphor genannt, wegen seiner Eigenschaft im Finstern zu leuchten, wenn er früher dem Sonnenlichte ausgesetzt war; die Darstellung geschieht aus dem schwefelsauren Kalke mittelst Kohle, wie bei dem Vorigen, oder durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen Kalkhydrat und Schwefel (oder 2 Thln. kohlensaurem Kalke mit 1 Thl. Schwefel) in einem bedeckten Tiegel; diese Verbindung ist eine röthlich weiße Masse, die 500 Thle. Wasser zur Auflösung braucht, beim Zusatz einer verdünnten Säure Schwefelwasserstoffgas entbindet. Sie dient zur Bereitung der Hahnemann'schen Weinprobe, welche im Wesentlichen Schwefelwasserstoffwasser ist, welches zugleich freie Weinsteinsäure enthält, um die Fällung, z. B. des Eisens (113.) zu verhindern. Zu diesem Zwecke übergießt man gleiche Theile Kalkschwefelleber und Weinsteinsäure mit 64 Thln. Wasser, schüttelt das Ganze anhaltend durch, und läßt dann den entstandenen weinsteinsauren Kalk sich absetzen. Die klare Flüssigkeit wird abgezogen, mit doppelt so viel Weinsteinsäure versetzt als vor, und in gut verkorkten Flaschen aufbewahrt.

Durch Kochen von gelöschtem Kalk mit Schwefelpulver in Wasser erhält man fünffach Schwefelcalcium. — Schwefelwasserstoff-Schwefelcalcium zeichnet sich durch seine Wirkung auf die Haare aus; behaarte Flächen nämlich mit einem Breie davon bestrichen, lassen sich nach wenig Minuten leicht und vollständig abschaben. — Phosphorcalcium, gemengt mit phosphorsaurem Kalke, entsteht, wenn man auf erhitzten Kalk in einem langhalsigen Kolben Phosphorstückchen wirft. Es ist eine Masse von brauner Farbe, die selbst mit Wasser befeuchtet, entzündliches Phosphorwasserstoffgas liefert.

221. Salze. In den Lösungen der Kalksalze entsteht ebenfalls durch Schwefelsäure ein Niederschlag, die Verdünnung jedoch darf nicht so groß

sein, als beim Strontian, da der schwefelsaure Kalk noch löslicher ist, als der schwefelsaure Strontian.

Die Unlöslichkeit des schwefelsauren Baryts und die zunehmende Löslichkeit des schwefelsauren Strontians und Kalkes, so wie die vom Kalke gegen den Baryt wachsende Verwandtschaft zur Schwefelsäure hat zur folgenden Untersuchungsmethode Anlaß gegeben. Man bereite sich eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Kalke und schwefelsaurem Strontian, und setze zu einem Theile der Auflösung des zu untersuchenden Salzes von dieser schwefelsauren Kalklösung. Ist die Basis dieses Salzes selbst Kalk, so kann hiedurch kein Niederschlag entstehen, derselbe kommt aus der oben genannten Ursache zum Vorscheine, wenn Strontian oder Baryt vorhanden ist. — Um sodann diese beiden Basen von einander zu unterscheiden, so darf man zu einem andern Theile der fraglichen Auflösung die gesättigte schwefelsaure Strontianlösung zugießen, und es wird auch jetzt das Unterbleiben oder die Entstehung der Trübung das Dasein des Strontians oder Baryts anzeigen.

Uebrigens bringt Kleesäure in den verdünntesten Lösungen der Kalksalze einen Niederschlag hervor, hingegen werden Barytsalze durch Kieselfluorwasserstoffsäure gefällt, was mit Strontian und Kalk nicht geschieht. Im Alkohol lösliche Kalksalze färben den Rand der Flamme gelbroth.

222. **Chlorcalcium**, $CaCl$, salzsaurer Kalk, durch Auflösen von Marmor in Salzsäure, meistens als Nebenproduct bei der Ammoniakbereitung. Dieses Salz krystallisirt mit 6 At. Wasser. Diese Krystalle verlieren durch Erhitzen einen Theil ihres Wassers und verwandeln sich in eine weiße Masse, welche erst beim Glühen, unter Aufschäumen, alles Wasser abgibt, wonach sie ruhig wie Oehl fließt, und ausgegossen zu einer farblosen durchscheinenden Masse erstarrt, welche sehr schnell aus der Luft Feuchtigkeit anzieht und zerfließt. Wasserfreies Chlorcalcium erhitzt sich beim Auflösen mit Wasser, wasserhaltiges aber, löset sich unter Kälteerregung in demselben auf. Auch im Alkohol ist dieses Salz löslich. Man bedient sich des geschmolzenen Chlorcalciums wegen der Begierde Wasser anzuziehen zum Trocknen der Gase, auch zur Bestimmung des Wassergehaltes derselben, ferner zur Entwässerung des Weingeistes; das krystallisirte, oder das bloß durch Eindampfen als feste Masse erhaltene, wendet man zu Frostmischungen an (3 Thle. Salz und 2 Thle. Schnee von 0° erniedrigen die Temperatur von 0° bis — 30 bis 35°). Das Chlorcalcium wendet man auch an, um das Feuchtbleiben der lithographischen Steine zu bezwecken.

Fluorcalcium, in der Natur als Flußspath, auch in sehr geringer Menge im Pflanzen- und Thierreiche, z. B. im Schmelze der Zähne. Flußspath dient zur Darstellung der Flußsäure und der Kieselflußsäure, ferner als Zuschlag beim Schmelzen der Eisenerze, als Bestandtheil des Emails eiserner Kochgeschirre.

223. **Kohlensaurer Kalk**, $\dot{C}a\ddot{C}$, kommt in der Natur in sehr großer Menge vor; im Mineralreiche als Kalkspath, Marmor, Kreide, Kalkstein und (bei beträchtlicher Menge von Thon) als Mergel; auch im Thierreiche, in den Austern- und Muschelschalen, Schneckengehäusen, Eierschalen, ferner in den Knochen neben phosphorsaurem Kalke. Er ist im Wasser nicht löslich, aber in kohlensäurehaltigem Wasser in Folge der Bildung von auflöslichem, zweifach kohlensaurem Kalke. (75.)

Der kohlensaure Kalk dient zur Entwicklung des kohlensauren Gases, als Zuschlag beim Schmelzen der Eisenerze und beim Frischen von phosphorhaltigem Roheisen; in der Form als Marmor ist er ein Materiale für Bildhauer, zu architektonischen Verzierungen, zu Tischplatten u. s. w.; als Kalkstein ist derselbe ein Baumateriale zu Fundamentmauern, zum Wasserbaue; jedoch zum Chausseebaue oder als Pflasterstein taugt derselbe nicht, wegen seiner Weichheit, noch weniger zu Brandmauern; auch nicht zu Cloaken und Viehställen, weil er zur Salpeter- und Natronerzeugung geneigt ist. Insbesondere dient er zur Darstellung des gebrannten Kalkes Behufs der Mörtelbereitung; eine feinkörnige Varietät desselben von großer Gleichförmigkeit, ohne Adern, Flecke, weiche Stellen als lithographischer Stein (er darf in diesem Falle nur schwierig von Stahlinstrumenten angegriffen werden), außerdem zum Belegen der Fußböden. In der Form als Kreide ist er das bekannte allgemeine Schreibmateriale, zugleich in geschlämmtem Zustande Malerfarbe und ein Versatzmittel für andere Farben. In der Feuerwerkerei erzeugt man mit Kreide unter Mitwirkung von chlorsaurem Kali einen rosenroth brennenden Satz, der durch Mischung mit Strontian in seinem Roth erhöht wird; im krystallisirten Zustande als Doppelspath dient er zu optischen Versuchen. — Austerschalen zur Darstellung von reinem Aetzkalke u. s. w.

224. **Salpetersaurer Kalk**, $\dot{C}a\dddot{\dot{N}}$, kommt in einigen Brunnenwässern vor, wittert aus Mauern aus, und findet sich auch in einigen Kalksteinhöhlen vor; er ist dasjenige Nitrat, welches sich vorzüglich in Salpeterplantagen und andern der Salpeterbildung günstigen Orten erzeugt, und zur Umstaltung in salpetersaures Kali sodann benützt wird; dieses Salz ist zerfließlich, kann nur schwierig krystallisirt werden (in sechsseitigen Säulen mit 6 At. Wasser). Es hat einen bittern scharfen Geschmack, löset sich in 1/4 kaltem Wasser und in gleichen Theilen Alkohol. Erhitzt entbindet es Sauerstoffgas, der Rückstand leuchtet im Dunkeln (**Balduin's** Phosphor). Mit Kohle verpufft es nur schwach, da es immer feucht ist.

225. Schwefelsaurer Kalk, $\dot{C}a\dddot{S}$, kommt im Mineralreiche vor, theils krystallisirt und durchsichtig, wie das Marienglas, theils körnig und durchscheinend, wie der Alabaster, oder endlich in undurchsichtigen Massen, Gipsstein. Der Gips ist ein im Wasser schwer lösliches Salz, er braucht vom heißen, wie vom kalten Wasser ungefähr 450 Theile, im Alkohol ist er unlöslich, daher er selbst durch Alkohol, der sich des Wassers bemächtigt, unlöslich niedergeschlagen wird. — Der Gips nimmt 2 Atome Wasser auf, 21 Pr., das er beim Erhitzen bis nahe an 100° verliert, wodurch er zu einem weißen Pulver zerfällt, gebrannter Gips. Wird der entwässerte und pulverförmige Gips mit der genannten Quantität Wasser angerührt, so erwärmt er sich ein wenig, und erhärtet, unter Vergrößerung seines Volums. Dieses geschieht um so kräftiger, je vollkommener derselbe gebrannt war, und je weniger Wasser er bereits angezogen hat. Durch eine stärkere Hitze, als zur Verjagung des chemisch gebundenen Wassers gehört, verliert der Gips die Verwandtschaft zum Wasser, die ihm dann nicht wieder gegeben werden kann, indem es die Folge einer oberflächlichen Zusammensinterung desselben ist; in diesem Zustande heißt er todtgebrannt. In der Glühhitze endlich schmilzt er, befördert auch die Schmelzbarkeit anderer strengflüssiger Erdarten.

Das Brennen des Gipses geschieht entweder in Meilern oder in ähnlichen Oefen wie das Kalkbrennen. Es erfordert viele Aufmerksamkeit, um das zu wenig, und umgekehrt das Todtbrennen zu vermeiden. Der gebrannte Gips wird gestampft und gemahlen, dann gesiebt und in Fässern verpackt, die vor der Feuchtigkeit geschützt sein müssen. Man gebraucht den Gips, wegen seiner Eigenschaft, mit Wasser zu einem Teige angemacht zu erhärten und sich hiebei auszudehnen, zum Abformen, wozu man den feinsten, und vorzüglich aus dichten, harten und körnigen Gipssteinen gebrannten Gips verwendet. Gipsfiguren dürfen nicht unmittelbar auf Oefen gestellt werden, indem das Wasser durch die Hitze derselben nach und nach davon gejagt wird, und der unmittelbar aufsitzende Theil so mürbe wird, daß er das Gewicht des darüber befindlichen nicht mehr zu tragen im Stande ist. — Ferner dienet er zu baulichen Zwecken, als Gipsmörtel, aber nur an den innern Wänden der Mauern, nicht an den der Nässe ausgesetzten Stellen, entweder für sich mit Wasser angerührt oder mit gelöschtem Kalke und feinem Sande. Im erstern Falle darf nicht mehr angefertigt werden, als gerade verarbeitet wird, im letztern aber erhärtet er langsamer, daher er sich auch bequemer ausarbeiten läßt; Gipsmarmor, Stucco, eine aus gebranntem Gipse und Leimwasser gebildete Masse, theils ungefärbt, theils mit verschiedenen Pigmenten gefärbt, auch mit Alaunwasser befeuchtet, welche nach dem Erhärten mit Bimsstein u. s. w. geputzt und geschliffen wird. Gips dient zur Beförderung des Schmelzens erdiger Gemenge (Zusatz zu Porzellanerde), bei der Darstellung des Salmiaks u. s. w.

226. Ferner verdienen Erwähnung: **Phosphorsaurer Kalk.** Von den Verbindungen des Kalkes mit der Phosphorsäure ist der basische phosphorsaure Kalk, $\dot{\mathrm{Ca}}^8\ddot{\overline{\mathrm{P}}}^3$, anzuführen. Er ist ein Hauptbestandtheil der Thierknochen, und kommt auch in flüssigen und festen Theilen der thierischen Gebilde vor, als im Harne, im Eiweiße u. s. w.

Chlorigsaurer Kalk, durch Sättigung von Kalk mit chloriger Säure. Das unter dem Namen **Chlorkalk** bekannte Präparat ist ein Gemenge von diesem Salze mit Chlorcalcium und Kalk. Es wird fabrikmäßig bereitet, wenn man Chlorgas auf Kalkhydrat, welches auf über einander gestellte Flächen in eigenen Kammern ausgebreitet ist, einwirken läßt, so lange noch Absorption statt findet. Die Zuleitung des Chlors muß langsam geschehen, damit die bei der chemischen Verbindung frei werdende Wärme nicht zu sehr gesteigert werde, in welchem Falle sich viel chlorsaurer Kalk bildet. — Der Chlorkalk ist ein weißes Pulver, entbindet mit Säuren Chlorgas, selbst mit der Kohlensäure der Atmosphäre, daher dessen Geruch nach Chlor. Man benützt denselben zum Bleichen der baumwollenen Zeuge, der Leinwand, des Papierbreies u. s. w., wozu er mit Wasser ausgezogen wird; die Bleichkraft desselben wird auf verschiedene Art, z. B. durch Indigo, wie beim Chlor angegeben wurde, geschätzt. Ferner dienet er zur Zerstörung von Miasmen und sonstigen schädlichen Ausdünstungen statt des gasförmigen Chlors; zur Desinficirung von Zimmern und andern Räumen stellet man den Chorkalk nur in flachen Schalen in dieselben, und überläßt ihn der Einwirkung der Luft oder man menget ihn mit zweifach schwefelsaurem Kali, und befeuchtet das Gemenge mit Wasser oder verdünnter Salzsäure, wodurch die Entwicklung beliebig verstärkt werden kann. Seine Anwendung zur Darstellung des chlorsauren Kali siehe oben.

Kieselsaurer Kalk, kommt in der Natur in sehr verschiedenen Verbindungen vor; er ist ein Hauptbestandtheil des sogenannten Kreidenglases und bildet sich beim Erhärten des Wassermörtels.

8. Magnesium.

227. **Magnesium, Magnium**, Mg, 158.35, wird aus dem Chlormagnesium durch Reduction mittelst Kalium, welches man in einer Glasröhre mit ersterem bedeckt und erhitzt, in metallischem Zustande dargestellt. Es ist ein silberweißes Metall, welches das Wasser nicht mehr in der gewöhnlichen, wohl aber in der Siedhitze zersetzt.

Magnesiumoxyd, Talkerde, Bittererde, Magnesia, Mg, kommt in der Natur sowohl als Hydrat, als auch mit verschiedenen Säuren in Verbindung vor. Künstlich stellet man es durch Glühen der kohlensauren Magnesia dar (gebrannte Magnesia). — Die Magnesia ist ein zartes, lockeres, weißes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, für sich im Ofenfeuer unschmelzbar, wohl aber in der Knallgasflamme, im Wasser nur äußerst wenig löslich (in 5142 Thln. kaltem und 3600 kochendem), welches hiedurch noch alkalische Reaction zeigt. Mit Wasser befeuchtet, erhitzt sie sich nicht bemerkbar, bildet aber doch damit ein Hydrat, welches auch in der Natur vorkommt; an der Atmosphäre zieht sie nur allmälich Kohlensäure an. Mit andern Erden gemischt, bedingt sie Strengflüssigkeit, daher die Anwendung Bittererde haltender Steine zum Baue von Schmelzöfen.

228. Salze. Die Salze dieses Metalles zeichnen sich durch einen eigenen bittern und unangenehmen Geschmack aus. Aetzkali und Aetzammoniak bewirken in diesen Salzen weiße Niederschläge; dasselbe erfolgt durch kohlensaures Kali. Befinden sich neben der Talkerde auch noch Ammoniaksalze in der Lösung, so ist die erwähnte Fällung unvollkommen oder sie kommt gar nicht zum Vorscheine. Kohlensaures Ammoniak bringt diese Fällung erst hervor, wenn die Lösung des Talkerdesalzes mit dem Reagens gekocht wird. Häufig wendet man zur Fällung der Talkerde phosphorsaures Ammoniak an; Talkerdesalze mit einer Lösung von salpetersaurem Kobaltoxyde befeuchtet und vor dem Löthrohre geglüht, nehmen eine blaßrothe Farbe an.

Chlormagnesium, MgCl, kommt im Meerwasser, in Salzsoolen u. s. w. vor. Man erhält es, wenn Chlor oder salzsaures Gas über glühende Bittererde geleitet wird, wobei Sauerstoff frei, im letztern Falle aber Wasser gebildet wird. Man erhält es ferner, wenn Bittererde mit dem doppelten Gewichte Salmiak gemengt und bis zum Glühen erhitzt wird. — Chlormagnesium ist eine weiße, perlmutterartig glänzende, leicht schmelzbare Masse, die an der Luft leicht zerfließt, und sich mit großer Erhitzung im Wasser auflöst. Hat dieselbe einmal Wasser aufgenommen, oder ist sie auf nassem Wege durch Behandlung von Bittererde mit Salzsäure bereitet, so läßt sie sich nicht ohne Zersetzung zur Trockne eindampfen; es geht nämlich Salzsäure davon und Bittererde bleibt zurück. Dieses Salz, dem gewöhnlichen Kochsalze beigemengt, macht, daß letzteres an der Luft feucht wird; auch ist es, nebst Chlorcalcium und Ueberresten organischer Wesen die Ursache von dem ekelhaften Geschmacke des Meerwassers. Es dient zur Darstellung des Magnesiums; das in der Kochsalzmutterlauge befindliche, durch

Zersetzung von schwefelsaurer Bittererde und Chlornatrium entstandene, benützt man auch zur Darstellung von Salzsäure, Salmiak u. s. w.

Kohlensaure Bittererde, neutrale, $\dot{Mg}\ddot{C}$, in der Natur als Magnesia. Mit Wasser verbunden, kann dieses Salz auch künstlich in Krystallen dargestellt werden, zersetzt sich aber durch kaltes Wasser in ein basisches und saures Salz; kochendes Wasser bewirkt Entwicklung von Kohlensäure und läßt nur basisches Salz zurück, was durch $(\dot{Mg}\ddot{C}+aq)+(\dot{Mg}+aq)$ ausgedrückt wird. Dieses Präparat ist in der Medicin in Gestalt eines weißen lockern Pulvers bekannt. — Wenn man zu einem Bittererdesalz ein kohlensaures fixes Alkali hinzusetzt, so bildet sich eigentlich zuerst basische kohlensaure Bittererde, die zu Boden fällt und saure kohlensaure Bittererde, die gelöset bleibt. Erst durch Kochen wird letztere zersetzt, und somit die Bittererde ganz aus der Auflösung gefällt; daher dieser Umstand bei Fällung der Bittererde aus dem Grundwasser der ausgelaugten Salpetererde zu beobachten ist.

Salpetersaure Bittererde, $\dot{Mg}\dddot{\overline{N}}$, findet sich in dem Grundwasser der ausgelaugten Salpetererde; sie ist ein sehr lösliches, an der Luft zerfließliches Salz, das mit 6 At. Wasser krystallisirt, wovon es durch Erhitzung nur 5 abgibt, das letzte erst bei gleichzeitiger Zersetzung des Salzes.

Schwefelsaure Bittererde, $\dot{Mg}\dddot{S}$, englisches Bitter-, Seidschützer-, Epsomersalz, findet sich in den sogenannten Bitterwässern; es krystallisirt mit 7 At. Wasser, verwittert nur wenig, schmilzt in seinem Krystallwasser; sie wird vorzüglich in der Medicin angewendet.

Kieselsaure Magnesia, $\dot{Mg}\ddot{Si}$, als Speckstein in der Natur, dient als Reibung verminderndes Mittel, zum Vorzeichnen auf Tuch, Glas, als Pfropfe für Sublimirgefäße und Chlorentwicklungsapparate.

Hieher gehört auch der Meerschaum, ein in der Natur vorkommendes Hydrat dieses Salzes, $\dot{Mg}\ddot{Si}+6aq$; ferner Hornblende, $\dot{Ca}\ddot{Si}+\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2$, ein Flußmittel für Eisenerze; Serpentin $2\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2+3\dot{Mg}\dot{H}^2$, aus dem Gefäße, Reibschalen *rc.* gedreht werden, dienet seiner Strengflüssigkeit wegen auch zum Baue von Schmelzöfen; Asbest, den man in biegsamen Asbest, Amianth und gemeinen Asbest eintheilt, zum Schutzgewande gegen Flammen von Aldini angewendet, zum Einsaugen der Schwefelsäure in den Zündfläschchen. Ferner gehören auch hieher Talk, Bildstein, Topfstein.

9. Aluminium.

229. Aluminium, Alumium, Al, aus seinem Chloride, wie das Magnesium, durch Kalium abgeschieden, ist ein graues Pulver, das

in diesem Zustande die Elektricität nicht leitet, das Wasser nur in der Siedhitze zerlegt.

Aluminiumoxyd, Äl, auch Thonerde oder Alaunerde genannt, da es im Thone und in dem Alaune enthalten ist, findet sich am reinsten (nur mit einer Spur von färbender Substanz) in den beiden Edelsteinen, dem Sapphir und Rubin, welche dem Diamante an Härte nicht viel nachstehen. Kleine und nicht ausgezeichnete Krystalle heißen Corund. Hieher gehört auch der Smirgel, der ebenfalls im Wesentlichen Thonerde ist. Letzterer dienet zum Schleifen von Edelsteinen, Stahlwerkzeugen, zur Darstellung des Smirgelpapiers, um Stahlwaaren vom Roste zu reinigen. — Die Darstellung der Thonerde geschieht aus dem Alaune (schwefelsaure Kali-Thonerde). Eisenfreier, durch wiederholtes Umkrystallisiren gereinigter Alaun wird im heißen Wasser gelöst, und durch ein Uebermaß von kohlensaurem Kali oder Natron zerlegt; der gut ausgesüßte Niederschlag, der nebst der Thonerde auch etwas kohlensaures Kali enthält, wird in Salzsäure gelöset, und aus dieser Lösung die Thonerde neuerdings durch Ammoniak gefällt, dann ausgewaschen und getrocknet. Durch Glühen von reinem Ammoniakalaun erhält man ebenfalls reine Thonerde als Rückstand.

Reine Thonerde, das erste der Oxyde, welches in die Klasse der eigentlichen Erden zu zählen ist, erscheint als ein weißes, lockeres, geschmack- und geruchloses Pulver, das sich an die Zunge hängt, im Ofenfeuer stark zusammensintert, im Knallgasgebläse schmilzt. Als Hydrat, so wie sie durch obige Fällung erhalten wird, ist sie in Säuren leicht löslich, auch in feuerbeständigen Alkalien. Sie zeigt eine so ausgezeichnete Verwandtschaft für organische Stoffe, besonders Farbstoffe, daß sie dieselben vollständig aus ihren Lösungen zu fällen vermag, und die Farbenbrühe oft ganz farblos zurückläßt (daher die Anwendung derselben in der Färberei und zur Bereitung der Lackfarben). Mit der steigenden Temperatur gibt sie Wasser ab, wobei sie an Volum abnimmt, verliert aber den ganzen Gehalt desselben erst in der heftigsten Weißglühhitze (Anwendung zu Wedgewood's Pyrometer), worauf sie eine fest zusammengebackene Masse von der Dichte 2.0, oder wenn das trockene Hydrat früher zu Pulver zerrieben war, ein weißes Pulver darstellt, das sich nun nicht mehr, wie früher, sanft anfühlen läßt. Sie läßt das Wasser durch, wie Sand, wirket aber doch sehr hygroskopisch, indem sie in feuchter Luft durch Condensation der Wasserdämpfe 0.15 am Gewichte zunimmt. Geglühte Thonerde ist in Säuren und Alkalien auf nassem Wege nur schwer löslich. Die Verwandtschaft der Thonerde zu den

Säuren ist nur geringe; sie kann sich sogar als ein Bestandtheil mit den stärksten Basen der Alkalien vereinen.

230. Salze. Die Salze des Aluminiums haben einen süßlich zusammenziehenden Geschmack, und röthen die Lackmustinctur; durch ätzende und kohlensaure Alkalien entsteht in den Lösungen derselben ein weißer gallertartiger Niederschlag von Thonerde, derselbe erfolgt auch durch Schwefelwasserstoffammoniak, unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas, da dieses Reagens wie Ammoniak allein wirket; der durch ätzende Alkalien hervorgebrachte Niederschlag ist im Ueberschusse des Fällungsmittels wieder löslich. Aus einigermaßen concentrirten Lösungen schlägt schwefelsaures Kali ein weißes Krystallmehl, Alaun, nieder. Vor dem Löthrohre mit Kobaltoxyd behandelt, nehmen sie eine schöne blaue Farbe an.

Chloraluminium. Wenn man über Thonerde, die mit Kienruß gemengt und im starken Glühen erhalten wird, trockenes Chlorgas streichen läßt, so erhält man unter Entweichung von Kohlenoxydgas, Chloraluminium, als eine blaß grünlich gelbe, leicht schmelz- und sublimirbare Masse, die an der Luft raucht, zerfließt, nach Salzsäure riecht, und sich allmälich zersetzt. Im Wasser löset sie sich unter Erhitzung schnell auf; läßt sich aber, wie das Chlormagnesium, nicht zur Trockene eindampfen.

Schwefelsaure Thonerde durch Digestion des Thonerdehydrats mit Schwefelsäure. Dieses Salz verbindet sich mit schwefelsauren Alkalien zu Doppelsalzen, welche die verschiedenen Arten Alaun ausmachen. Hieher gehört:

Schwefelsaure Kali-Thonerde, Kalialaun, $\dddot{A}l\dddot{S}^3 + \dot{K}\dddot{S} + 24aq$, kommt in der Natur vor, wird aber häufig künstlich dargestellt: a. Aus Alaunstein, ein Mineral, das die Bestandtheile des Alauns mit einem großen Ueberflusse an Thonerde enthält. Der Alaunstein wird geröstet, dann einige Zeit befeuchtet der Luft ausgesetzt und ausgelaugt (römischer Alaun von fleischrother Farbe in Folge des Gehaltes an Eisenoxyd). b. Aus der Alaunerde (Alaunerz) und dem Alaunschiefer, voluminöse brennbare thonerdehaltige Mineralien, die geröstet, längere Zeit der Luft ausgesetzt und nachher ausgelaugt werden. Bei diesem Rösten verwandelt sich der Schwefel des darin enthaltenen Schwefeleisens in Schwefelsäure, die sich sodann vorzüglich mit der Thonerde verbindet. Die Lauge, sobald sie sich nach Absetzen des basisch schwefelsauren Eisenoxyds in einem offenen Behälter geklärt hat, wird durch Eindampfen concentrirt, und alsdann mit einem Kalisalze, Pottasche, schwefelsaurem Kali oder Chlorkalium (Seifensiederfluß) unter Umrühren versetzt. Dabei scheidet sich der Alaun in Gestalt

eines Krystallmehles ab, das von der Mutterlauge abgewaschen, nochmals aufgelöset und krystallisirt wird. c. Aus thon- und schwefelkieshaltigen Steinkohlen, wozu Grubenklein und Staubkohlen verwendet werden, die einen geringen Werth haben. Sie werden in Haufen aufgeschlichtet, angezündet, wodurch die äußere Fläche veraschet, was unter sorgfältiger Regierung des Feuers bis ins Innere fortschreitet. Die Asche wird dem Auslaugen u. s. w. wie das Alaunerz unterworfen. Die ausgelaugte Asche dient zum Bedecken der Haufen, theils um an der dem Winde zugekehrten Seite das Feuer zu regieren, theils weil diese Asche durch Aufnahme der davongehenden Schwefelsäure selbst wieder auslaugewürdig wird.

Der Alaun krystallisirt mit 24 At. Wasser in Form von Octaedern, die nicht selten abgestumpft sind; er ist in 18.4 Thln. kalten und 0.75 heißen Wassers löslich, schmeckt süßlich, zusammenziehend und reagirt sauer. Die Krystalle verwittern an der Luft oberflächlich, schmelzen in der Hitze, verlieren hiebei ihr Krystallwasser und werden zu gebranntem Alaun. — Der Alaun findet Anwendung in der Weißgerberei, in der Färberei als Beitzmittel, beim Leimen des Papiers als Zusatz, zum Klären von Flüssigkeiten, zur Verbesserung von schlechtem Weizenmehl, zum Färben von Goldwaaren, zur Reinigung von Talg, zur Bereitung feuersicherer Anstriche, Lackfarben u. s. w.

231. Kieselsaure Thonerde in sehr verschiedenen Verhältnissen, macht fast den häufigst vorkommenden Bestandtheil der festen Erdrinde aus. Besonders wichtig ist der als Product der Zerstörung älterer Gebirgsmassen angeschwemmte Thon, eine Verbindung von Kieselsäure mit Thonerde, wovon unzählige Varietäten und Uebergänge existiren. — Die Eigenschaften, worin dieselben übereinkommen und vermöge welcher sie zu vielen Anwendungen geschickt werden, sind: sie lassen sich im Wasser zertheilen, bilden eine zähe, knet- und formbare Masse, und zwar um so mehr, je fetter, länger der Thon ist, d. h. je mehr Thonerde derselbe enthält, im Gegensatze zu dem magern, kurzen Thone, der die Kieselsäure im vorwaltenden Verhältnisse enthält, wodurch Zähigkeit und Bildsamkeit vermindert wird. Sie werden durch Trocknen fest, während sie sich dabei zusammenziehen, schwinden; in diesem Zustande saugen sie begierig Wasser ein und hängen sich daher auch an die Zunge. Hat der Thon einmal die gehörige Menge Wasser aufgenommen, so ist er für neue Portionen undurchdringlich, daher ein vorzügliches Mittel, Wasserbehälter, durch Bekleidung mit demselben, wasserdicht zu machen. Sehr fette Thonarten trocknen nur schwierig, schwinden sehr stark, wobei sie sich verziehen, und

reißen sehr leicht, während magerer Thon schnell trocknet, und auch die andern Nachtheile weniger zeigt. Aus dieser Ursache muß zu fetter Thon bis auf einen gewissen Grad magerer gemacht werden, was durch feinen Sand oder gepulverte Kieselfossilien erzweckt wird. Die verschiedenen Thonarten erhärten im Feuer beim Brennen, was endlich in starker Glühhitze so weit gehen kann, daß sie zusammensintern, und hiedurch eine solche Härte erlangen, daß sie am Stahle Funken geben. Ein so gebrannter Thon läßt sich nicht mehr mit Wasser erweichen.

Reiner Thon, nur aus Kieselsäure und Thonerde bestehend, schmilzt selbst im heftigsten Feuer nicht; er sintert nur zusammen, und bleibt dabei vollkommen weiß, durch einen Zusatz von Kalk, auch von andern schmelzbaren Mineralien, z. B. Feldspath (mit seinem Gehalte an Kali) wird aber die Schmelzbarkeit des Gemenges befördert; derlei Zusätze werden Flußmittel genannt. Nach der Menge dieser Flußmittel und nach der Temperatur, erhält man entweder ein vollkommen durchsichtiges Glas, oder eine halbgeschmolzene, nach dem Erkalten in dünnen Lagen durchscheinende Masse, oder endlich eine nur stark gesinterte oder erhärtete undurchsichtige Masse. Die Wirkung der Flußmittel hängt aber nicht nur von ihrer Menge, sondern auch von der Temperatur ab, so daß mit geringer Menge derselben bei sehr hoher Temperatur derselbe Zweck erreicht werden kann, als durch eine große Menge bei einer niedrigen Temperatur. — Auch noch andere Beimengungen kann der Thon haben, als: kohlensauren Kalk, der nebst dem, daß er die Schmelzbarkeit befördert, in großer Hitze sich ätzend brennt, und dadurch Gas aus der Thonmasse entwickelt, das in vielen Fällen nachtheilig sein kann, z. B. beim Formmateriale. Eisenoxyd, bei größerer Menge desselben zeigt der Thon schon im ungebrannten Zustande eine bläuliche oder gelbe Farbe, die sich durch das Brennen in eine rothe umwandelt; in stärkerer Hitze, wie im Porzellanfeuer, wo auch diese Färbung schon durch eine geringe Menge desselben zum Vorscheine kommt, wirkt es überdieß als Flußmittel. Schwefelkies bedingt durch die Zersetzung, die er erleidet, einen Gehalt an Eisenoxyd, gibt Veranlassung zu Rissen, Borsten; Bittererde verursacht besonders auffallende Fettigkeit, keineswegs aber Schmelzbarkeit; Ueberreste von zerstörten Pflanzentheilen bedingen beim Verbrennen leere Räume, Borsten. — Die vorzüglichsten Thonarten sind: Kaolin oder Porzellanerde, durch Verwitterung des Feldspaths (kieselsaure Kali-Thonerde) entstanden, indem durch Einwirkung der Kohlensäure und des Wassers der größte Theil des Kali und ein Theil Kieselerde entfernt wurde und somit kieselsaure Thonerde, d. i. Thon, gemengt mit mehr oder

weniger unzersetztem Minerale und freier Kieselerde, zurückgeblieben ist; ferner jener plastische Thon, der unter dem Namen Steingut-, Kapsel-, Pfeifenthon bekannt ist. Enthält der Thon größere Mengen von Eisenoxyd oder Eisenoxydul, so erscheint er bläulich oder gelblich gefärbt, und führt sodann den Namen Töpferthon, Ziegelthon, Lehm. Gewöhnlich kommen in diesen Thonarten zu beachtende Mengen von kohlensaurem Kalke vor; mit zunehmendem Gehalte an letzterem tritt er in die Klasse des Mergels, Thon- und Kalkmergel, und endlich in thonigen Kalkstein.

Andere Thonsorten von besonderer Verwendung sind: die Walkererde, zum Walken des Tuches, zum Fleckausbringen aus wollenen und seidenen Zeugen (Fleckkugeln), ferner Ocker enthaltender Thon, als Rothstein, Röthel, aus Thon und rothem Eisenocker gemengt, bläulichroth oder blutroth von Farbe, abfärbend. Man verfertiget daraus die Rothstifte, durch Zerschneiden und Belegen mit Holz, oder man formt aus geschlemmtem Röthel, der mit Gummi oder Hausenblasenlösung angemacht wird, runde oder quadratische Stängelchen, die in Rohr oder Holz eingeschlagen werden. Hieher gehört ferner Bolus, Siegelerde, woraus in der Türkei Pfeifenköpfe erzeugt werden, gelber und brauner Ocker, gelbe und grüne Erde in verschiedenen Farbentönen, als Anstreichfarbe verwendbar.

232. Die angeführten Eigenschaften des Thones machen ihn geschickt zur Fabrication der verschiedenen Thonwaaren. Man theilt die Thonwaaren ein in jene, die schon eine anfängliche Schmelzung erlitten haben, und in die, welche nur im Feuer erhärtet sind. In jeder dieser Arten hat man nach Beschaffenheit der angewendeten Materialien weiße und gefärbte Waare. Die der erstern Art werden aus Thon, der ein Flußmittel entweder schon enthält oder als Zusatz bekommt, bei einer Temperatur gebrannt, wo die Masse die anfangende Schmelzung erleidet, wie es der muschelige Bruch, ihr Klang und der Glanz auf der Bruchfläche darthut, daher auch kein Wasser mehr einsaugt und nicht an der Zunge adhärirt. Obschon man die Waaren dieser Klasse mit einer Glasur, einem glasigen Ueberzuge, versieht, so sind sie doch schon ohne dieselbe vollkommen dicht für Flüssigkeiten. Hiezu gehört die ausgezeichnetste der Thonwaaren, das Porzellan, welche die schätzenswerthe Eigenschaft des Glases, den gewöhnlichen Auflösungsmitteln zu widerstehen, besitzt, ohne dessen Nachtheile mit zu vereinen; ferner das Steingut, dessen ordinäre Sorten, die Krüge für Mineralwässer, Säuren u. s. w. sind, dann das aus England stammende sogenannte Wedgewood'sche Geschirr. — Die Thonwaaren der zweiten Art werden theils aus reinem plastischen Thone, ohne Flußmittel, theils aus unreinem, Flußmittel, wie kohlensauren Kalk, Eisenoxyd u. s. w. enthaltendem Thone, bei einer

Temperatur gebrannt, wo die Zusammensinterung der Masse noch nicht statt findet. Ihre Theilchen zeigen daher keinen starken Zusammenhang, sie sind leicht zerbrechlich, auf dem Bruche matt, saugen Wasser ein, und lassen es durchsickern, daher sie meistens mit einer Glasur versehen werden. Hieher gehört Fayence oder Majolika, das gewöhnliche Töpfergeschirr, die Schmelztiegel, die gemeinen Gartengeschirre und Ziegel.

Die Glasur des gewöhnlichen Töpfergeschirres ist ein leichtflüssiges Bleiglas (kieselsaure Thonerde mit kieselsaurem Bleioxyde), welcher durch Metalloxyde verschiedene Farben gegeben werden. Sie darf für Kochgeschirre nicht zu viel von Bleioxyd enthalten, sondern das gehörige Verhältniß von sogenanntem Versatzlehm enthalten, auch bei anhaltend hoher Temperatur eingebrannt sein, weil sich sonst das Bleioxyd in sauren und fetten Speisen auflöset und dieselben vergiftet. Um sich von der Unschädlichkeit der Glasur eines Kochgeschirres zu überzeugen, läßt man starken Essig wiederholt darin aufsieden, und untersucht denselben sodann mit den zugehörigen Reagentien auf Blei. Fayence wird gewöhnlich mit einer undurchsichtigen Zinnglasur überzogen, daher dieselbe immer weiß erscheint, wenn auch die Masse derselben gefärbt ist. Für Porzellan wird als Glasur die Porzellanmasse selbst genommen, nur mit einem größern Zusatze des Flußmittels. Ordinäres Steingut wird auch auf die Art glasirt, daß man gegen Ende des Brennens, wenn der Ofen eine sehr hohe Temperatur hat, Kochsalz in denselben wirft. Das Kochsalz verdampft, wird in Berührung mit Wasserdampf und Thon zersetzt, bildet mit demselben an der Oberfläche der Geschirre die Glasur (kieselsaures Natron), während Salzsäure entweicht. Sehr oft wird das Porzellan gemalt, wozu man die bei der Glasmalerei benützten färbenden Metalloxyde anwendet. — Von dem echten Porzellane ist das Frittenporzellan (weiches Porzellan) mit Zusatz von Glasfritte zu unterscheiden; letzteres ist glasartig, durchsichtiger als das erstere, verträgt aber weniger Temperaturwechsel.

Zu den Thonwaaren gehören noch die verschiedenen Gattungen Tiegel, Schmelztiegel. Die Masse der Schmelztiegel muß poröse sein, damit sie den schnellen Wechsel der Temperatur gut zu ertragen im Stande sind; sie muß dessen ungeachtet ziemliche Festigkeit haben, damit die Tiegel von ihrem oft schweren Inhalte nicht zerrissen werden; auch muß sie eine sehr hohe Temperatur, ohne zu schmelzen, ertragen können. Zur Darstellung derselben ist daher ein von Flußmitteln möglichst freier Thon zu verwenden, den man mit Sand oder mit geglühtem grob gepulvertem Thone

(Cement) zu vermischen hat. Die hessischen Schmelztiegel (von Groß-Allmerode), eigentlich unter die Waaren der ersten Art gehörend, sind in dieser Beziehung bekannt; sie werden wegen ihrer rauhen Oberfläche nicht zum Schmelzen der Metalle, besonders der edlen, verwendet. Man hat für die Schmelztiegelmasse auch einen Zusatz von Kohlen, z. B. von Coaks, empfohlen. Die Passauer (Ypser) Tiegel werden aus einem Gemische von 1 Thl. feuerfestem Thone und 2 Thln. Graphit bereitet und nicht gebrannt, sondern nur scharf getrocknet.

Die Ziegel endlich bilden die roheste Art der porösen Thonwaaren. Sie werden aus dem fast überall vorkommenden bläulichen oder gelben Ziegelthone bereitet, indem man denselben im Wasser einweicht (einsumpft), die Masse durch Menschen oder Thiere durchtreten, oder mittelst eigener Maschinen durcharbeiten läßt, hiebei aber, wenn der Thon zu fett ist, den erforderlichen Zusatz von mageren Thon oder thonigen Sand gibt, indem Ziegel aus sehr fettem Thone sich sehr stark verziehen und zu wenig poröse werden. Aus dieser Masse werden sodann die Ziegel in Schablonen von Holz geformt, gestrichen, lufttrocken gemacht und in eigenen Oefen gebrannt. Die Ziegelmasse darf nicht zu reich an Eisenoxyd oder Kalk sein, indem daraus verfertigte Ziegel, obwohl sie schon bei niedrigerer Temperatur zusammensintern, aber auch desto leichter nach dem Brennen verwittern. Da die aus dem gewöhnlichen Ziegelthone oder aus Lehm dargestellten Ziegel keine hohe Temperatur, ohne zu schmelzen, ertragen, so sind sie auch zum Baue von Flammenöfen für den Geschützguß u. s. w., und ähnlicher Feuerungsanstalten nicht zu verwenden. Für diese Zwecke werden feuerfeste Steine in Porzellan- oder Fayencefabriken aus Kapselthon, mit einem Zusatze von gröblich gepulverten, gebrannten Kapseln dargestellt. Diese Ziegeln führen den Namen Charmott- oder Chamottsteine. Solche feuerfeste Masse wird auch zum Ausbessern und Ausfüttern der in chemischen Laboratorien gebrauchten Oefen angewendet.

Beryllium od. Glycium, Be od. G; Zirkonium, Zi; Yttrium, Y; Thorium, Th, (erst im Jahre 1839 entdeckt) wurden aus ihren Verbindungen nach Art der früher abgehandelten, durch Hilfe des Kaliums im metallischen Zustande, doch nur in Pulverform erhalten. Ihre Oxyde werden noch in die Klasse der Erden gerechnet, als: Beryll- oder Glycinerde, auch Süßerde, Zirkonerde, Yttererde, Thorerde. Sie kommen in verschiedenen Mineralien, jedoch nur sparsam in der Natur vor. Sowohl die Oxyde, als deren übrige Verbindungen zu Salzen sind ohne Anwendung.

Anhang zur Klasse der leichten Metalle.

A. Vorkommen, Bildung und Gewinnung des Salpeters.

233. In der Natur findet man an vielen Orten Nitrate von Kali, Natron, Kalk, Bittererde; nur die Bildung des salpetersauren Natrons scheint einer Epoche vor der letzten Revolution unseres Erdkörpers anzugehören, die übrigen aber hält man für das Resultat eines auch gegenwärtig unter günstigen Umständen noch immer fortdauernden Processes. Auf diese Art bilden sich in den heißen Ländern, in Ostindien, Aegypten, Spanien u. s. w. Nitrate, vorzüglich das Nitrat von Kali, weniger das von Kalk, in der Erde selbst; die Auflösung derselben wird nach der Regenzeit durch die Capillarwirkung der Erde in die Höhe zu steigen gezwungen und es erscheint nach länger fortgesetzter Verdampfung das salpetersaure Salz aus dem Boden ausgewittert. Auch in Apulien, in Ungarn kommt Salpeter auf diese Art vor. Man findet ferner die erwähnten Nitrate, und zwar vorzugsweise das des Kalkes, in geringerer Menge das des Kali, in mehren Höhlen auf der Insel Ceylon (22 an der Zahl), in den Grotten von la Roche-Guyon, die in die Kreidefelsen an den Ufern der Seine ausgehöhlt sind, und an andern Orten Frankreichs, endlich auch in feuchten und ebenerdigen Theilen der Wohnungen, in Kellern, Ställen, Magazinen, Schoppen u. dgl., eben so in altem Mauerschutte und selbst bis auf einige Höhe über der Erdoberfläche in alten Mauern, die aus Kalksteinen aufgeführt sind.

Salpetersaures Kali findet sich auch in einigen Wässern und in dem Safte einiger Pflanzen, als Boretsch, Schöllkraut, Tabak, Sonnenblumen u. s. w.

234. In Bezug der Bildung der an den genannten und besonders an den letztern Orten natürlich vorkommenden, salpetersauren Salze hat man von jeher angenommen, daß die Salpetersäure durch die Verbindung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft und desjenigen Stickstoffes gebildet werde, welcher sich aus verwesenden thierischen Substanzen entbindet, wenn mächtige Basen, als Kali, Kalk, Bittererde, durch ihre Verwandtschaft zu dieser Säure disponirend einwirken. Durch eine große Reihe von Versuchen ist ferner ausgemittelt, daß in den meisten Fällen thierische Materie oder überhaupt Stickstoff enthaltende organische Substanzen zur Erzeugung der salpetersauren Salze wesentlich beitragen, ja daß ohne dieselben keine Nitrification statt finde. Fontanelle hat aus 17 verschiedenen Mischungen, die er im Gewichte von 20 Kilogrammen der Luft unter einem Schoppen durch drei Jahre aussetzte, während welcher Zeit er die Masse alle drei Monate

umrührte und mit $^1/_{15}$ des Erdgewichtes destillirten Wassers (Nr. 5 und 6 mit Quellwasser) befeuchtete, folgende Resultate erhalten:

Nr. 1.	Kalkhaltiger Sand (ungewaschen),	gab Spuren.	
» 2.	Granitpulver »	» »	
» 3.	Kalkhaltiger Sand (gewaschen),	» keine Spur.	
» 4.	Granitpulver »	» » »	
» 5.	Kalkhaltiger Sand (mit Quellw. gewaschen)	gab 0.004	salpetersaure Verbindungen.
» 6.	Granitpulver » » »	» 0.004	
» 7.	Thonhaltige Erde	» 0.016	
» 8.	Ackererde	» 0.030	
» 9.	» mit $^1/_5$ guten Kalkschutt gemengt,	» 0.038	
» 10.	» » $^1/_{10}$ Schafmist »	» 0.056	
» 11.	» » $^1/_{10}$ Pferdemist »	» 0.048	
» 12.	» » $^1/_{10}$ Kuhmist »	» 0.044	
» 13.	» » $^1/_{10}$ anim. Düngererde »	» 0.060	
» 14.	» » $^1/_{10}$ veget. » »	» 0.040	
» 15.	» » $^1/_{10}$ Weidenerde »	» 0.050	
» 16.	» » $^1/_{10}$ veget. animal. Düngererde und $^1/_5$ gutem Kalkputz gemengt,	gab 0.080	
» 17.	» » $^1/_{10}$ Blut gemengt,	gab 0.048	

Fontanelle glaubt daraus schließen zu müssen, daß kieselhaltige Erde zur Nitrification ungeeignet sei; daß Luft und Wasser, obwohl unerläßliche Bedingnisse, ohne Zutritt vegetabilischer oder animalischer Ueberreste, durch deren Zersetzung die fehlende Grundlage dargeboten wird, nichts zu bewirken im Stande seien; daß in Beziehung der letzteren aus einem Gemenge mit vegetabilischen Ueberresten eine geringere Ausbeute erhalten werde, als mit animalischen, und daß unter diesen der animalischen Düngererde der Vorzug zu geben sei. Die möglichste Beschleunigung und den ergiebigsten Erfolg fand er mit dem nach Nr. 16 bereiteten Gemenge. Die geringen Spuren, welche in Nro. 5 u. 6 erhalten wurden, schrieb derselbe einem Gehalte an organischen Substanzen im Quellwasser zu. — Unter den vegetabilischen Substanzen, welche die Salpetererzeugung zu befördern im Stande sind, gehören besonders die verschiedenen Getreidearten, wie es sich in feuchten Silos oder Magazinen zeigt, wenn längere Zeit darin Getreide aufbewahrt wurde.

235. Aber auch an vielen der oben genannten Orte findet sich eine zufällige Vereinigung dieser erforderlichen Bedingnisse, wodurch die Bildung salpetersaurer Salze ohne Eingreifen menschlicher Thätigkeit auf die angeführte Art vor sich gehen kann. Der secundäre Kalkstein nämlich, wie es

wenigstens von dem Kalkgesteine in Frankreich, der Kreide von la Roche-Guyon, von der salpetererzeugenden Erde in Bengalen, von dem Gesteine einiger Höhlen auf der Insel Ceylon ermittelt worden ist, enthält Ueberreste von organischen stickstoffhaltigen Materien; nebst dem findet sich in dem Gesteine auf der Insel Ceylon kohlensaurer Kalk, Talk und Feldspath, in welch letzterem Kali enthalten ist, zwar an Kiessäure gebunden, jedoch, wie es von einigen Feldspathvarietäten bekannt ist, durch allmälicheZersetzung aus dieser Verbindung frei werdend. Die Erzeugung des Salpeters ist auf eine bestimmte Entfernung von der Oberfläche eingeschränkt, so weit Luft und Wasser in das poröse Gestein einzudringen vermögen, daher sich auch der poröse Kalkstein hiezu tauglich zeigt, dichter Marmor hingegen keinen Salpeter liefert. Dessen ungeachtet hat man noch nie Kalksteine gefunden, welche durch und durch in salpetersauren Kalk umgeändert worden wären; ein solcher Erfolg erscheint jedoch nicht unmöglich, wenn von Zeit zu Zeit die nitrificirten Theile durch Auslaugen entfernt, und hiedurch der Fortgang des Processes begünstigt wird.

Ein salpeterhaltiges Felsstück aus der Höhle Memoora auf der Insel Ceylon enthielt nach J. Davy

2.4 salpetersaures Kali,
0.7 salpetersaure Talkerde,
0.2 schwefelsaure » ,
9.4 Wasser,
26.5 kohlensauren Kalk,
60.8 erdige Masse in schwacher Salpetersäure unlöslich.

Die Gewinnung der nitrificirten Masse ist sehr einfach; man schlägt die Stücke an der Oberfläche der Höhle los, und verwandelt sie in grobpulverige Masse, welche mit Asche vermengt und ausgelaugt wird. Die klar gewordene Lauge wird durch Abdampfen concentrirt, und der hiedurch krystallisirt erhaltene Salpeter in Handel gebracht.

Die Analyse einer bengalischen salpeterhaltigen Erde, ebenfalls von J. Davy, gab:

8.3 salpetersaures Kali,
3.7 salpetersauren Kalk,
0.8 schwefelsauren » ,
35.0 kohlens. Kalk mit Spuren von Talkerde,
0.2 Kochsalz,
40.0 erdige Stoffe in Wasser und Salpeters. unlöslich,
12.0 Wasser mit Spuren von vegetabilischen Stoffen.

Die Gewinnung daselbst, so wie auch in Aegypten und Spanien, ist sehr einfach. Man nimmt die Erde des salpeterhaltigen Bodens von der Oberfläche bis zur Tiefe einiger Zolle weg und laugt sie aus; die erhaltene Lauge wird Anfangs der freiwilligen Verdünstung durch Sonnenwärme überlassen und zuletzt in

Pfannen vollends concentrirt. Man erhält hiedurch krystallisirten Salpeter; der in der Mutterlauge zurückbleibende salpetersaure Kalk wird weiters mit Asche behandelt, wovon weiter unten das Ausführlichere folgen wird.

236. In Folge des zuletzt erwähnten natürlichen Vorkommens der salpetersauren Verbindungen haben in vielen Ländern die Salpetersieder das Recht, in den Kellern, in Ställen, unter den Thorwegen u. s. w. der Wohnhäuser die Erde auszugraben und auf Salpeter zu benützen. Derlei ohne Zuthun der Kunst mit Salpeter verbundene Erde, heißt in Oesterreich Gayerde, so wie der daraus gewonnene Salpeter Gaysalpeter. Um sich die Gewißheit zu verschaffen, daß der salzige Geschmack als vorläufige erste Probe einer auszugrabenden Erde wirklich von Salpeter herrühre, laugt der Gaygräber ein kleines Quantum dieser Erde (ein paar Hände voll) in einem irdenen Gefäße aus, filtrirt diese Lauge durch Leinwand oder Löschpapier und setzet derselben etwas von einer auf gleiche Weise erhaltenen Aschenlauge zu; bildet sich hiebei ein Niederschlag, so kann zum Ausgraben geschritten werden. Sicherer wäre es, die vom Niederschlage abgegossene Flüssigkeit bis zur Trockene abzudampfen, und die erhaltene feste Masse auf glühenden Kohlen zu prüfen, wo die bekannte Verpuffung des Salpeters den unzweideutigsten Beweis liefern würde; selbst das lebhafte Verbrennen eines in die concentrirte Lauge eingetauchten und getrockneten Papiers würde hinlänglich sein, die Ueberzeugung von vorhandenem Salpeter zu verschaffen.

Die weiteren Bemerkungen über das Auslaugen der ausgegrabenen Erde, welches gleich an Ort und Stelle geschieht, über die folgende Behandlung der erhaltenen Lauge mit Asche u. s. w., sind ungefähr dieselben, wie sie im Folgenden über Plantagenerde aufgezählt werden. Nur kann hier noch angedeutet werden, daß die an den verschiedenen Orten bestehenden Holzpreise, die Größe des Taglohnes, die Entfernung des Sudortes vom Gayplatze, den Salpetersieder bestimmen werden, ob er eine Lauge, die nur $1\frac{1}{2}$ bis 2° zeigt (nach dem Salpeterprocenten-Aräometer, wovon weiter unten), noch mit Vortheil versieden könne, oder ob er erst bei einem größeren Gehalte seine Rechnung finden werde. In den meisten Fällen würde er eine dreigradige Lauge als siedewürdig ansehen dürfen.

237. Um nun diese Salpetererzeugung, besonders in den nördlichen Ländern, zu befördern, so wie um das unangenehme und für die Einwohner drückende Nachgraben zu vermeiden, legt man Salpeterplantagen an, d. i. Anstalten, in denen man die zur Bildung salpetersaurer Verbindungen nothwendigen Bedingnisse nach der oben aufgestellten Theorie zu vereinigen sucht. Als stickstofflieferndes Materiale nimmt man Erde aus Viehställen, Schlacht-

häusern, Schindangern, alten Begräbnißplätzen u. dgl. oder allerlei thierische Abfälle, welche bereits die rasche, der Ammoniakbildung günstige Fäulniß überstanden haben, und sich nun im Zustande der Verwesung befinden. Die nothwendige Basis findet sich im Bauschutte alter abgebrochener Gebäude, im Seifensiederäscher, in ausgelaugter Asche u. dgl. Das innige Gemenge jener verwesenden Substanzen und dieser wohlfeilen alkalischen Basen wird nun, um die noch fehlende Bedingniß zu erfüllen, dem Einflusse der atmosphärischen Luft ausgesetzt, welches an verschiedenen Orten unter verschiedener Form geschieht.

In größeren Anstalten legt man eigene Faulhaufen an, um derlei zur Salpeterbildung präparirte Erde zu erhalten. Zu diesem Zwecke gräbt man eine Grube von 2′ Tiefe und einer nach Bedarf bestimmten Länge und Breite, bedeckt den Boden derselben 1′ hoch mit Kalkerde oder kalkhaltiger Dammerde, (sandhaltige Erde würde nachtheiligen Einfluß haben) und bringt sodann verschiedene vegetabilische Stoffe darauf, deren Blätter und Stängel fett und saftig sind, als die giftigen und widerlich riechenden: Schirling, Bilsenkraut, Wollkraut, Brennnessel, Wolfskraut, Pilze und Schwämme, die Stängel der Hülsenfrüchte, Mais, Sonnenblumen u. s. w.; ferner bringt man dahin thierische Abfälle, in kleine Theile zerhackt, Dünger aus Kuh-, Pferd-, Schaf- und Hühnerställen u. dgl. Die Aufschichtung dieser Materialien kann bis auf 5′ Höhe geschehen. Man befeuchtet sodann die ganze Masse mit Mistjauche, Blutwasser u. dgl. und bedeckt das Ganze wieder mit einer etwa ½′ dicken Lage von derselben Erde, womit man den Boden der Grube anfänglich belegt hatte.

Die Faulhaufen werden von Zeit zu Zeit durch mehre eigens an der Oberfläche gemachte Oeffnungen, mit den genannten Flüssigkeiten begossen, mit der Vorsicht, daß die Masse nur feucht erhalten werde, indem sonst die Fäulniß statt befördert, nur verlangsamet würde. Ist der organische Bau gänzlich zerstört und die ganze Masse in einen dunklen Brei umgewandelt, der nur mehr einen faden und ekelhaften Geruch verbreitet, so kann der ganze Haufen umgearbeitet, und die Erde, welche die Grundlage und Bedeckung des Haufens ausmachte, innig mit den organischen Ueberresten gemengt werden.

Zu dieser präparirten Erde können noch ferner als Zusatz mit Vortheil benützt werden, die Erde, welche in Waldungen auf Holzplätzen, in der Nähe von Sägemühlen, Getreidescheunen weggenommen wird, und die keiner weitern Vorbereitung bedarf; Straßenkoth, der mit animalischen und vegetabilischen Stoffen gemengt ist; Schlamm aus Teichen und Kanälen

mit Ueberresten von Gewürmen, Wasserinsekten und Pflanzen; Torf- oder Moorerde, die verweste Vegetabilien selbst enthält; endlich die Abfälle mancher Fabriken und Gewerbe, als nebst den schon obengenannten die von Lohgerbern, Leimsiedern, aus Papierfabriken, die Abfälle und Unreinigkeiten, die in den Tuchfabriken von der Wolle entstehen, die Abfälle von Färbematerialien und alkalischen Laugen, die dabei vorkommen u. s. w. Die weitere Verfahrungsweise, so wie sie vorzüglich in Oesterreich beobachtet wird, ist folgende.

238. Man errichtet aus jenem innigen Gemenge, Muttererde genannt, pyramidale Haufen, an der Grundfläche 5 bis 6′ breit und 6 bis 7′ hoch. Zur Länge gibt man denselben die Breite der Grundfläche oder auch, auf Kosten der der Luft ausgesetzten Oberfläche, 12′ und darüber, wonach sie auch den Namen Salpeterhaufen oder Wände bekommen. Diese Pyramiden werden so weit von einander gelegt, daß man überall bequem mit Schubkarren dazwischen durchfahren kann. Durch Vergrößerung der Dimensionen an der Grundfläche gewinnt man wohl an Boden, da weniger Zwischenräume entstehen, verliert aber an der der Luft dargebotenen Oberfläche. Eine Vergrößerung der Höhe macht nur die Arbeit beim Aufführen derselben beschwerlicher. Um diese Haufen recht locker zu machen, und hiedurch den Zutritt der Atmosphäre so viel als möglich zu begünstigen, wird Stroh, Reisig, gröberer Schutt u. dgl. eingemengt, besser aber die obgenannten stickstoffhaltigen Pflanzen. Auch räth man an, Löcher mittelst eines Stockes einige Zoll tief in die Haufen zu machen, oder mittelst der Zähne eines eisernen Rechens Furchen zu bilden, um die Oberfläche zu vermehren. Diese Haufen werden nun von Zeit zu Zeit mit Wasser begossen, besser aber ist es, hiezu Mistjauche, Abwaschwasser aus Wohnhäusern, gebrauchte Seifensiederlauge u. dgl. zu nehmen.

Um die Erde länger feucht zu erhalten, vertiefet man die Abstutzungsfläche der Pyramide, damit sich das Regenwasser sammle, und nach und nach den Haufen durchdringe. Damit aber auch das Wasser näher an den Seitenflächen der Pyramide durchsickere, und diese feucht erhalte, welche dem Austrocknen am meisten ausgesetzt sind, und an denen gerade die Salpeterbildung vor sich gehen soll, so setzt man auf die Mitte der obern Fläche einen halbkugelförmigen Haufen, und bringt eine geräumige ringförmige Vertiefung um selben an. Auch richtet man den Boden, worauf die Haufen stehen, gegen die Mitte oder nach einer Seite zu abschüssig ein, um daselbst in einem Sumpfe das Regenwasser, und zugleich die vom Haufen durch den Regen abgewaschenen Stoffe zu sammeln. Der Feuchtigkeitsgrad einer Gar-

tenerde scheint am zweckmäßigsten zu sein, indem einerseits die Einsaugung der Luft vermindert würde, wenn die Stoffe mit Wasser überfüllt wären, andererseits die fortgesetzte Zerlegung der thierischen Materie durch gänzliche Austrocknung gehemmt wird. Man suchet daher bei Auswahl des Standortes der Salpeterhaufen den Bedingungen zu entsprechen, daß er nicht anhaltend starkem Winde, am wenigsten von allen Seiten ausgesetzt, daß er weder sumpfig noch von Ueberschwemmung gefährdet, und daß er ferner nicht steinig oder sandig sei. Vortheilhaft wird zur Erhaltung einer angemessenen Feuchtigkeit eine Schichte Thon unter der vorhandenen Dammerde sein, so wie die feuchtere Luft eines nahen Sees, Flusses oder Teiches, aus derselben Ursache nur günstig einwirken würde. — Auch der richtige Temperaturgrad ist ein Haupterforderniß für die Erzeugung des Salpeters. Zu hohe Wärme trocknet zu sehr, zu niedere hindert die Zerlegung der organischen Substanzen, die nur innerhalb gewisser Temperaturen statt findet. Dieser Umstand mag auch die Ursache sein, daß in südlichen Ländern das Gedeihen des Salpeters viel besser vor sich geht, als in den nördlichen, so wie auch im Winter dieses Wachsen fast gänzlich aufhört.

In Bezug des Lichtes geht aus der Gesammtheit der Thatsachen hervor, daß directes Sonnenlicht sich nicht günstig beweise, wahrscheinlich weil es in Verbindung mit Wärme eine zu schnelle Verdampfung der Feuchtigkeit hervorbringt; daher erzeugt sich auch an der Nordseite der Haufen viel mehr Salpeter, als an der Südseite. Schwache Beleuchtung scheint übrigens die Bildung des Salpeters mehr zu befördern, als der gänzliche Ausschluß alles Lichtes. Um sowohl die Haufen vor der Einwirkung der starken Mittagssonne, als auch vor heftigem und anhaltendem Regen (schwacher Regen würde nur fruchtbringend zur Salpetererzeugung sein) zu schützen, bauet man hölzerne Schoppen über die Haufen oder Wände, oder wenigstens Bedachungen. Man richtet das Dach und die Wände der Schoppen beweglich ein, um mit der Abhaltung jener nachtheiligen Einflüsse nicht auch die vortheilhafte Einwirkung der Atmosphäre bei übrigens günstiger Witterung zu hindern. Auch stellt man gerne die Längenausdehnung der Anlage von Südwest nach Nordost, um nicht die langen, sondern nur die kurzen Seiten dem häufig aus Südwest kommenden Schlagregen auszusetzen.

239. Nach einiger Zeit erscheinet der gebildete Salpeter als eine weiße salzige Auswitterung, als ein schimmelähnlicher Beschlag. Dieser, so wie ein Versuch mit etwas abgekratzter Erde auf der Zunge oder auf glühenden Kohlen, wird die Bildung der salpetersauren Salze erkennen lassen. Genauer überzeugt man sich vom Salpetergehalte der abzukratzenden Erde

durch einen Auslaugeversuch im Kleinen, wie oben bei der Gayerde angeführt wurde.

In so fern nun hiedurch die Bildung einer hinlänglichen Menge salpetersaurer Verbindungen erkannt wird, kratzet man die Erde von dem Haufen auf 2 bis 3″ Tiefe ab, und bewahrt sie unter luftigen Schoppen auf, während welcher Zeit man sie öfter mit Wasser bespritzt und fleißig umschaufelt, da die Erfahrung gezeigt hat, daß derlei Erde hiedurch noch reichhaltiger werde. Dieses Abkratzen wird des Jahres öfter, gewöhnlich dreimal wiederholt, im Frühjahre und Sommer auf 1½ bis 2″, im Herbste etwas tiefer, um größeren Vorrath für den Winter zu haben.

Wenn diese Haufen durch wiederholtes Abkratzen schon so klein geworden sind, daß sie der Atmosphäre zu wenig Oberfläche darbieten, so werden sie bekränzt, d. i. von allen Seiten mit bereits ausgelaugter Erde, der man etwas frische zusetzt, auf ihr erstes Volum vergrößert. Auch hiebei folgt man der Erfahrung, nicht ganz todt gelaugte Erde zu nehmen, indem sich zeigte, daß bei einer, noch Spuren von Salpeter enthaltenden Erde die Wiedererzeugung desselben sehr begünstiget werde.

In manchen Salpeterplantagen ist es eingeführt, daß die Haufen, wenn sie einmal die vor sich gegangene Bildung des Salpeters erkennen lassen, alle 14 Tage und unter besonders günstiger Witterung und sonstigen Vortheil versprechenden Verhältnissen wohl auch öfter abgekratzt werden, aber nicht mit eisernen Haken, sondern nur, indem man mit stumpfen Besen das wegnimmt, was ganz locker geworden ist, und daher leicht wegfällt; diese Erde wird ebenfalls unter Schoppen gebracht, und wie oben behandelt. Auch wird es von vielen als ein zu großer Nachtheil angesehen, die Kerne stets nur neu zu bekränzen und niemals den auch in denselben entstandenen Salpeter zu gewinnen. Man zieht es daher an manchen Orten vor, die zu kleinen Haufen einzureißen, die eingerissene Masse mit frischer präparirter Erde, wie auch mit ausgelaugtem Rückstande zu mengen, und so die Haufen neu zu bauen.

In Preußen werden aus der gehörig präparirten Erde parallele Mauern von 6 bis 7′ Höhe und 3 bis 4′ Dicke errichtet. Man sucht sie vorzüglich nur auf einer Seite feucht zu erhalten und so zu stellen, daß der herrschende Wind von der entgegengesetzten Seite kommt. Ist die Salpeterbildung weit genug fortgeschritten, so wird die Mauer auf dieser einen Seite, auf welche nämlich der Salpeter durch das Wasser übergeführt und bei der Verdampfung zurückgelassen wurde, abgekratzt, ausgelaugt, und der Rückstand dieser Auslaugung mit neuer Erde vermischt, auf die entgegengesetzte Seite, die mit stufenartigen Absätzen versehen ist, angebracht, wodurch die Dicke der Wand ergänzt wird. Hiedurch

rücken sämmtliche Mauern, indem sie Form, Entfernung und Parallelismus beibehalten, nach der einen Seite des Platzes fort.

In der Schweiz sind die Ställe an Bergabhängen erbauet; der Fußboden derselben, welcher nicht dem Abhange des Berges folgt, ist über die Erdfläche erhaben, wodurch dieselben der Luft ausgesetzt bleiben. Der ganzen Ausdehnung des Gebäudes nach gräbt man unter diesem Fußboden eine Grube von 3 bis 4' Tiefe, und füllet dieselbe mit sandiger Erde aus, welche man ziemlich locker aufschüttet. In diese zieht sich der herabtropfende Urin der Thiere ein, und nun sind die geforderten Umstände zur Salpeterbildung vorhanden. Das erstemal lauget man nach 2 bis 3 Jahren aus, später alle Jahre, und bringet dann die ausgelaugte Erde wieder an dieselbe Stelle. Gute Ernten sollen nach Dumas bei einem Stalle von mittlerer Größe jährlich bei 500 Kilogramme geben.

In Frankreich führte Thouvenel sogenannte Schäfereiplantagen ein. Die Arbeit hiebei zerfällt in zwei Theile. Der erste, die Vorbereitung, besteht darin, daß man die Erde ein Jahr in den Schäfereien oder sonstigen Ställen liegen läßt, während welcher Zeit man sie alle vier Monate von Grund aus wendet, und mit einer 8 bis 9'' hohen Schichte von nicht sehr feuchter Erde bedeckt, womit man auf dieselbe Weise verfährt. Der zweite Theil der Arbeit, der Anbau der Erde, geschieht, indem diese vorbereitete Erde unter einen Schoppen in Schichten von 3' Dicke gebracht wird. Alle zwei Monate werden dieselben mit eisernen Haken, welche drei 15'' lange eiserne Spitzen haben, durchgearbeitet, und alle 14 Tage mit einer schon durch 15 bis 20 Tage in der Gährung befindlichen Mistjauche, in die noch Mist von Pferden, Schafen u. s. w. eingerühret ist, begossen. Durch derlei zweijährige Behandlung erhält man Erde, die zum Auslaugen geeignet ist.

In Schweden bringt man in kleinen hölzernen Hütten, die mit Fensterläden versehen sind, um das Licht auszuschließen, dessen Einwirkung man daselbst für nachtheilig hält, das nothwendige Gemenge von gewöhnlicher Erde, kalkhaltigem Sande oder Mergel und ausgelaugter Asche auf den von Holz oder von dichtem und festgeschlagenem Thone hergerichteten Fußboden. Das Begießen dieser Haufen geschieht mit Rindsurin. Diese Haufen haben eine Höhe von 2½ bis 3', und reichen beinahe über die ganze Ausdehnung der Hütte. Nur an einer Seite derselben läßt man freien Platz, um die Erde beim Umschaufeln einmal nach der rechten, und das folgendemal nach der linken Seite zu werfen, was des Sommers hindurch alle Wochen, im Winter aber nur alle 2 bis 3 Wochen einmal geschieht.

240. Longchamp und Davy stellten in neuerer Zeit die Meinung auf, daß auch ohne Vorhandensein von stickstoffhaltigen Substanzen eine Nitrification eintreten könne, indem durch feuchte alkalische Basen im porösen und überhaupt im Zustande feiner Vertheilung die beiden Gemengtheile der atmosphärischen Luft, Sauerstoff und Stickstoff zu Salpetersäure condensirt werden, welche Säure sodann mit diesen Basen die salpetersau-

ren Salze bildet. Nebst einigen analogen Erfahrungen in dem Gebiete der Chemie, als die Verdichtung von Wasserstoff- und Sauerstoffgas zu Wasser, von schwefliger Säure und Sauerstoffgas zu Schwefelsäure, beides durch poröses Platin, und einigen andern ähnlichen Thatsachen, spricht zu Gunsten dieser Annahme auch der Umstand, daß es sehr schwer sei, vorauszusetzen, auf dem Boden heißer Länder, und in den Grotten und Höhlen der oben angeführten Provinzen sei eine so große Quantität thierischer Stoffe vorhanden, daß daraus der Stickstoff des gebildeten Salpeters geliefert werden könnte, indem der zu 100 Pf. Salpeter nothwendige Stickstoff nur aus 75 Pf. gewöhnlichen thierischen trockenen Materien entbunden werden kann, welche im feuchten Zustande 3 bis 400 Pf. ausmachen. Die Schwierigkeit der Erklärung nach der ersten Art, die des Stickstoffes der thierischen Materien bedarf, zeigt sich ferner, wenn man in einigen Höhlen von Ceylon, namentlich in der von Memoora, von deren nitrificirtem Gesteine die obige Analyse Rechenschaft gibt, keine thierischen Stoffe findet, auch nicht Excremente von Fledermäusen, denen man an ähnlichen Orten die Salpeterbildung zuschreibt, und wenn man sich am Ende nur darauf berufen muß, es sei nicht unmöglich, daß bei der großen Oberfläche der Wände und der geringen Dicke des Daches die nöthige thierische oder überhaupt stickstoffhaltige Substanz durch Infiltration von Wasser geliefert werde, welches durch die den Berg bedeckende Erde gedrungen sei. Die Ausbeute an Salpeter in dieser Höhle, die überdieß schon durch 50 Jahre bearbeitet wird, wodurch sie bedeutend erweitert worden, beträgt jährlich ungefähr 120 bis 160 Centner.

Auch die ungarischen Kehrplätze werden nicht am Fuße eines Abhanges getroffen, an dessen oberen Theil ein Dorf sich befindet, wonach die aus demselben kommende, und unter dem lockern Sande bis an diese Plätze hinsickernde Mistjauche die Hauptveranlassung zur Salpeterbildung sein sollte, wie man auch angegeben findet; vielmehr befinden sich dieselben auf weit ausgebreiteten Ebenen jenseits der Theiß an Orten, die der Ueberschwemmung dieses Flusses ausgesetzt sind, oder am Abhange des alten Flußbettes desselben; ferner am Rande eines mit Schilf bewachsenen Sumpfes, dessen Wasser Kochsalz, Soda oder Glaubersalz enthält. An diesen oft meilenweit von einem Dorfe entfernten Plätzen kann daher nicht wohl eine Stütze für die erstere Theorie gefunden werden. Die mit dem Pfluge aufgelockerte Erde wird daselbst in Bottichen ausgelaugt, und die Lauge ohne weitern Zusatz von Pottasche zum Krystallisiren gebracht. 100 Quadratklafter liefern jährlich durch sechsmaliges Abkratzen 2½ Ctr. unreinen Salpeter, aus salpetersaurem Kali, Kalk, Bittererde nebst Kochsalz oder Soda bestehend.

241. Als Beweis endlich, daß auch die Salpetererzeugung ohne Zuthun einer stickstoffhaltigen Materie wirklich gelungen sei, kann Folgendes angeführt werden. In der k. k. Läuterungsanstalt bei Wien hatte man die Holzasche, die durch ein ganzes Jahr als Abfall beim Trocknen der Salpeterstöcke auf einen Haufen geworfen wurde, einer Auslaugeoperation unterworfen, um den eingesaugten Salpeter daraus zu gewinnen; bei dieser Gelegenheit wurde auch das kohlensaure Kali aus dieser Asche ausgezogen; der Rückstand mit Spuren von kohlensaurem und salpetersaurem Kali wurde als gänzlich unbrauchbar auf einen Haufen geworfen; nach ungefähr einem Jahre zeigte diese Masse deutliche Efflorescenz von Salpeter, so daß man sich bewogen fand, eine abermalige Auslaugung derselben vorzunehmen. Der Erfolg übertraf die Erwartung. Durch 10 Jahre hat man nun aus der fortdauernd als Abfall zur Seite geschafften Asche, so wie aus dem Kalkniederschlage, der von den Salpeterstöcken abgekratzt wird, und aus dem alten Rückstande nebst etwas Ackererde Haufen gebildet, die alljährlich ausgelaugt, und immer wieder mit dem ausgelaugten Rückstande ergänzt werden. Außer dem durch Einsaugung in die Asche aus den feuchten Salpeterstöcken gekommenen Salpeter, der in jedem Falle hätte gewonnen werden müssen, um der Rechnung Genüge zu leisten, indem nur an sogenannter Schwendung ¾ Procent bei dieser Umläuterung zugestanden sind, hat man nun während dieser Zeit auf diesem Wege über 400 Centner Salpeter gewonnen. Verwendet wurden im Laufe dieser Zeit ungefähr 10000 Metzen Holzasche, deren kohlensaures Kali auf diese Art größtentheils in salpetersaures umgewandelt wurde.

Die im Vorhergehenden bei Gelegenheit des Gehaltes der Gayerde an Salpeter besprochenen Grade sind von dem Procentenaräometer abgenommen, welches auch beim weitern Versieden der Lauge gebraucht wird. Dieses Aräometer zeigt durch seine Eintheilung an, wieviel Pfund Salpeter in 1 Centner Lauge aufgelöst sind. Diese Eintheilung wird erhalten, indem das im Uebrigen fertige Aräometer in destillirtes Wasser eingetaucht wird, und sodann in eine Flüssigkeit aus 99,98 . . . Gewichtsthln. Wasser und 1,2,3 . . . Gewichtsthln. Salpeter. Die sich ergebenden Grenzen des Eintauchens werden bemerkt. Da man diese Aräometer oder Salpeterspindeln auch bis auf 60 und mehr Grade nothwendig hat, ein derlei Instrument aber wegen seiner Länge unbequem wäre, so hat man deren zwei, wovon das eine in seiner Scale bis 30°, das andere bis 60° oder darüber reichet. Oft sind beide dieser Eintheilungen an derselben Scale neben einander angebracht, und man hat nur die untere Kugel an dem messingenen Instrumente mit

einer andern bestimmten zu wechseln, um ein oder die andere Scale gebrauchen zu können. — Das Aräometer kann übrigens auch so eingerichtet sein, daß es die Anzahl Pfunde in 1 Eimer Lauge anzeigt. Da das Aräometer nur bei der Temperatur, bei der die Scale bestimmt wurde, richtig ist, so kann auch das in der hiesigen Läuterungsanstalt bei 14° nach Gewichtsprocenten eingerichtete Aräometer nur 21 Procent anzeigen, da mit diesem Gehalte bei der genannten Temperatur schon volle Sättigung eingetreten ist. Die noch weiter fortgesetzte Gradeintheilung kann daher nur für Lauge in höherer Temperatur gelten, wo aber wegen der eben dadurch verminderten Dichtigkeit zu wenig Salpeter angegeben wird.

Sollte aber doch in einem solchen Falle der Gehalt an Salpeter genau bestimmt werden, so dürfte nur 1 Thl. der heißen Lauge (nach dem Gewichte oder Volum, je nachdem die Aräometereintheilung construirt ist) mit 1 oder 2 derlei Theilen Wasser wohl vermischt, die Lösung dann mit dem Aräometer geprüft, und die nun gefundene Anzahl Grade so vielmal genommen werden, als man das Flüssigkeitsquantum mit Wasser vervielfältiget hat.

Tafel
zur Vergleichung der Salpeter-Aräometergrade (nach Procenten des Gewichts) mit der Dichte der Salpeterlauge.

Salpeter-Aräometergr.	Dichtigkeit.	Salpeter-Aräometergr.	Dichtigkeit.	Salpeter-Aräometergr.	Dichtigkeit.	Salpeter-Aräometergr.	Dichtigkeit.	Salpeter-Aräometergr.	Dichtigkeit.
1	1.006	13	1.087	25	1.182	37	1.296	49	1.434
2	1.014	14	1.094	26	1.190	38	1.306	50	1.446
3	1.018	15	1.102	27	1.198	39	1.316	51	1.459
4	1.025	16	1.109	28	1.207	40	1.327	52	1.472
5	1.032	17	1.117	29	1.216	41	1.338	53	1.486
6	1.038	18	1.124	30	1.226	42	1.350	54	1.500
7	1.045	19	1.132	31	1.236	43	1.362	55	1.514
8	1.052	20	1.148	32	1.246	44	1.374	56	1.528
9	1.058	21	1.148	33	1.256	45	1.386	57	1.543
10	1.065	22	1.156	34	1.266	46	1.398	58	1.558
11	1.072	23	1.164	35	1.276	47	1.410	59	1.574
12	1.080	24	1.175	36	1.286	48	1.422	60	1.590

Die Angaben nach Beaume'scher Scale weichen von denen des Procentenaräometers nur sehr wenig ab; z. B. 15, 30, 45 Grade des letzteren zeigen auf ersterer 15.2, 30.9, 47.2.

242. Die Operationen, welche mit den salpetrisirten Erden, wie sie in den verschiedenen Anlagen erhalten wurden, vorzunehmen sind, um reinen Salpeter daraus darzustellen, sind folgende:

a. Auslaugung, wodurch alle in Wasser löslichen Salze, salpetersaure wie auch andere, ferner organische Stoffe, von den unlöslichen Substanzen getrennt werden (Grundwasser).

b. Behandlung des Grundwassers mit einem Kalisalze, um die salpetrisirten Erden in salpetersaures Kali umzuwandeln (Rohlauge).

c. Darstellung des Rohsalpeters.

d. Läuterung oder Reinigung des Rohsalpeters.

a. Auslaugung der salpetrisirten Erden.

243. Hiezu benützt man Fässer, 5 bis 6' hoch über die Sohle der Auslaughütte gestellt, welche nahe an ihrem Boden mit einem Ablaßhahne versehen sind, und in welchen Stroh, Reisig u. dgl., zuweilen ein zweiter durchlöcherter Boden 2" über dem eigentlichen angebracht, die Stelle des Filtrums vertritt. Diese Laugenfässer, deren man in einer Anstalt, welche 200 bis 250 Ctr. Salpeter jährlich producirt, ungefähr 36 Stück bedarf, werden in 3 Reihen gestellt. Unter jeder dieser Reihen läuft eine hölzerne Rinne, welche bestimmt ist, die aus den 12 Fässern einer Reihe abgelassene Lauge in den am Ende angebrachten Behälter zu leiten, der bis an seinen obern Rand in die Erde versenkt wird. Auch über einer jeden Reihe ist eine Rinne mit so viel durch Zapfen verschließbaren Löchern, als Fässer sind, um durch dieselben Wasser oder schwache Lauge auf die Fässer zu bringen.

Die auszulaugenden Stoffe werden in diese Fässer gegeben und eingedrückt; an der Oberfläche gegen den Rand zu häuft man sie an, damit in der Mitte eine Vertiefung entstehe, welche man noch durch einen Pfropf von Stroh zuweilen vergrößert. Durch diese Vorsicht verhütet man, daß das aufgegossene Wasser an den Wänden des Fasses durchlaufe; überhaupt verzögert man das Durchseihen desselben, so daß die ganze Masse gehörig durchdrungen, und die auflöslichen Theile derselben um so gewisser entzogen werden. Aus eben dieser Ursache müßte man, wenn nicht blos abgekratzte Erde, sondern andere salpetrisirte Stoffe, als Steine, grober Schutt u. dgl. ausgelaugt werden sollten, derlei Massen erst verkleinern und durch ein Sieb gehen lassen.

Auf die in die Fässer gefüllte Erde wird nun Wasser gegossen, dem Volum nach die Hälfte von der Quantität der Masse, wodurch auch dieselbe in dem Falle eines gewöhnlichen Feuchtigkeitsgrades ganz bedeckt sein wird, was in jedem Falle eine nothwendige Bedingniß ist; Regen- oder

Flußwasser wäre in diesem Falle dem Brunnenwasser vorzuziehen. Erst wenn das Wasser 9 bis 10 Stunden darüber gestanden ist, öffnet man den Ablaßhahn, welcher Zeitraum um so nothwendiger wird, wenn man nicht hinlänglich verkleinerte Masse zum Auslaugen hat, indem sie ohne Beobachtung dieser Vorsicht nur ganz oberflächlich ausgelaugt würde; selbst bei übrigens fest eingedrückter Erde könnte es ohne diese Vorsicht geschehen, daß das Wasser sich einzelne Wege bahnt, und durch diese durchgeht, ohne alle Theile anzufeuchten.

244. Von großer Wichtigkeit ist die Quantität des Wassers, welche zum Auslaugen genommen wird; folgende Betrachtung (nach Dumas Chemie) soll hierüber Rechenschaft geben. Angenommen, es sei eine Masse, welche 80 Pf. salpetrisirte Stoffe enthält, in ein Auslaugegefäß gebracht, und mit 10 Eimer Wasser übergossen, wodurch dieselbe bis über ihre Oberfläche bedeckt sein soll. Wenn nach der bestimmten Zeit das Zapfenloch geöffnet wird, so fließt die Hälfte der Flüssigkeit ab, die andere Hälfte wird in Folge der Capillaranziehung von der Masse (in ihrer gewöhnlichen Beschaffenheit) zurückbehalten, und eben so wird die Hälfte des darin befindlichen Salpeters mit ersterer abfließen, und die andere Hälfte zurückgehalten. Man ersetzet nun die abgezogene Flüssigkeit durch frisch aufgegossenes Wasser, öffnet nach Verlauf von 2 bis 3 Stunden wieder das Zapfenloch, und es fließt ein gleiches Quantum Lauge, wie das erstemal ab, worin wieder die Hälfte des vorhin zurückgebliebenen Salpeters, mithin $1/4$ des Salpeterquantums enthalten ist. Bei einer folgenden Auslaugung auf besagte Art, nämlich durch Ersatz der abgezogenen Lauge durch ein gleiches Quantum Wasser, würde $1/8$ des ganzen Salpetergehaltes erhalten werden u. s. w.

Durch vier Auslaugungen würde nachfolgendes Resultat sich ergeben:

	Angewendetes Wasser.	Abgezogene Flüssigkeit mit darin enthaltenem Salptr.
1. Auslaugung.	10 Eimer.	5 Eimer, 40 Pfund.
2. »	5 »	5 » 20 »
3. »	5 »	5 » 10 »
4. »	5 »	5 » 5 »
		20 Eimer, 75 Pfund.

In dem Auslaugebottich sind nun noch 5 Eimer Wasser mit 5 Pf. Salpeter, $1/16$ des ganzen Gehaltes; es könnten durch einen ferneren Aufguß noch 5 Eimer mit $2\frac{1}{2}$ Pf. gewonnen werden, dann wäre aber in jedem Falle die Masse so erschöpft, daß sie nur zur Bekränzung der abgekratzten Haufen verwendet werden könnte. Hätte man die Absicht gehabt, gleich bei

der ersten Auslaugung ein größeres Quantum von Salpeter zu erhalten, als die Hälfte des Ganzen, so hätte man, in der Voraussetzung, daß die Masse 5 Eimer Wasser vermöge ihrer Beschaffenheit zurückhält, viermal so viel aufgießen müssen, nämlich 20 Eimer, wonach 15 Eimer mit 60 Pf. Salpeter abgeflossen wären. Um nun aber auch die andern 15 Pf. zu erhalten, wie im obigen Beispiele, so könnte es nur durch Aufgießen von viel mehr Wasser geschehen, entweder noch zweimal durch 5 Eimer, oder auf einmal durch 15 Eimer; es wären also hiedurch wenigstens 25 oder gar 30 Eimer für denselben Salpetergehalt abzudampfen. Je mehr Salpeter man schon durch die erste Auslaugung erhalten will, desto mehr Flüssigkeit wird man erhalten, oder eine desto schwächere Lauge, in so fern man die Masse bis auf denselben Grund erschöpfen will.

Der Vortheil der angeführten Methode würde aber auf nachfolgende Weise bedeutend erhöht: Man nimmt 10 Eimer Lauge, wovon die eine Hälfte bei der ersten, und die andere bei einer zweiten solchen Auslaugung erhalten wurde, und welche mithin zusammen 60 Pf. Salpeter enthalten. (Eine 6gradige Lauge nach einem Aräometer, das die Anzahl Pfunde Salpeter in 1 Eimer Lauge anzeigt.) Diese 10 Eimer gießet man nun auf frische Masse von derselben Quantität und demselben Gehalte. Hiedurch würden in dem Auslaugegefäß nach dem Aufgießen dieser Portion 60 + 80 Pf. Salpeter enthalten sein. Die Hälfte der Flüssigkeit mit der Hälfte Salpeter, 50 Eimer mit 70 Pf. Salpeter, fließen ab, und man hätte hiedurch eine 14gradige Lauge abzudampfen, während in dem Vorigen eine nur $3^3/_4$gradige der Abdampfung unterworfen wurde. Der Gang einer Auslaugung bei drei Gefäßen wäre nach dieser Betrachtung folgender:

I. Gefäß.

Auslaugung.	Geschieht mit:	Hiedurch werden erhalten:			
1.	10 Eimer Wasser.	5 Eimer Lauge,	8gradige,	A.	Werden noch verwendet.
2.	5 » »	5 » »	4 »	B.	
3.	5 » »	5 » »	2 »	C.	
4.	5 » »	5 » »	1 »	D.	

II. Gefäß.

Auslaugung.	Geschieht mit:	Hiedurch werden erhalten:			
1.	5 Eimer Lauge A. 5 » » B.	5 Eimer Lauge,	14gradige,	E.	Siedewürdig.
2.	5 » » C.	5 » »	8 »	F.	Werden weiter verwendet.
3.	5 » » D.	5 » »	$4^1/_2$ »	G.	
4.	5 » Wasser	5 » »	$2^1/_2$ »	H.	
5.	5 » »	5 » »	$1^1/_8$ »	I.	

III. Gefäß.

Auslaugung.	Geschieht mit:	Dadurch werden erhalten:	
1.	5 Eimer Lauge F. 5 » » G.	5 Eimer Lauge, 14¼gradige, K.	Siedewürdig.
2.	5 » » H.	5 » » 8¼ » L.	Werden verwendet u.s.w.
3.	5 » » I.	5 » » 4¹¹/₁₆ » M.	

Durch dieses Uebertragen der von den Fässern der einen Reihe abgezogenen Lauge auf die Fässer der andern Reihe entsteht eine sich gleich bleibende Ordnung in der Arbeit der Auslaugung.

In einer Siederei, welche sich eben in laufender Arbeit befindet, enthält eine erste Reihe Fässer frische, d. i. noch nicht ausgelaugte Erde, eine zweite Reihe enthält Erde, die bereits ausgelaugt ist, und dieser Operation ein zweitesmal unterworfen werden soll; endlich in den Fässern der dritten Reihe soll diese Operation mit der schon zweimal ausgelaugten Erde das drittemal vorgenommen werden. Im Allgemeinen beschränkt man sich auf eine dreimalige Auslaugung; doch wird die Stärke der bei der ersten Operation erhaltenen Lauge bestimmen, wie oft diese Auslaugung vorgenommen werden müsse, um den größten Theil der löslichen Stoffe zu gewinnen, indem durch das Aufgießen einer gleichen Quantität Wasser, als schon von der frühern Auslaugung zurückbehalten wurde, immer eine Lauge erhalten wird, welche die Hälfte des noch darin gewesenen Salpeters mitführet.

Die Lauge, welche von der zum drittenmale ausgelaugten Masse abfließt, heißt Nachlauge; diese Nachlauge kommt auf diejenige Fässerreihe, wo einmal ausgelaugte Masse sich befindet. Sie fließet als sogenannte schwache Lauge ab. Die schwache Lauge kommt auf die noch übrige Reihe Fässer mit frischer Erde, um die erste Auslaugung vorzunehmen, und fließt als starke Lauge ab. Während des Abfließens dieser starken Lauge leert man die schon dreimal ausgelaugte Masse aus der hier zuerst genannten Fässerreihe, füllet diese mit frischer Erde, gießt die starke Lauge auf, und erhält dadurch Siedelauge.

Man würde zu viel Zeit verlieren, wenn man so lange warten würde, bis das Abfließen der Lauge aus einer Fässerreihe beendigt ist, um dieselbe auf eine andere Reihe zu bringen; sondern man besorgt diese Uebertragung der Lauge auf die folgende Reihe gleich, wie sich eine gehörige Quantität in dem Behälter angesammelt hat, wodurch das Auslaugen in allen drei Reihen fast zu gleicher Zeit beendigt ist. Diese Uebertragung wird mittelst eigener Eimer vorgenommen, oder auch mittelst einer beweglichen (tragbaren) Pumpe, durch die man aus dem Behälter die Lauge auf die zur Fässerreihe gehörige

Rinne schöpft. Es ist ganz klar, daß die Fässerreihe, welche anfänglich die erste war, zur zweiten und dann zur dritten wird, und daß die Erde nicht eher ausgenommen wird, als bis sie die dreimalige Auslaugung erlitten hat, so wie auch, daß drei Reihen Fässer den Dienst von vieren versehen können.

245. Eine andere Auslaugmethode, als einfacher, zugleich bequemer und ökonomischer, ist die in Kästen, anstatt der Fässer. Diese Kästen haben ungefähr eine Höhe von 3′, unten eine Breite von 5′, und eine Länge von 12′, erweitern sich nach aufwärts, indem sich die Seitenwände um 1′ nach auswärts neigen (Fig. 18 u. 19). Diese Kästen sind aus gutem Eichenholze, von wenigstens 2″ Dicke zusammengesetzt. Ihre Seiten sind durch hölzerne Leisten dd verstärkt, die schwalbenschwanzförmig eingefügt sind. Derlei Leisten sind 14, an den beiden langen Seiten 10, und an den beiden kurzen 4. Starke eiserne Bänder ee, mit denen die Kästen von Stelle zu Stelle an dem untern Theile beschlagen sind, erhöhen die Festigkeit des Ganzen, wozu besonders zwei eiserne Bolzen ff (Fig. 18) beitragen, welche 3½″ vom obern Rande entfernt, quer durch den Kasten gehen, und deren Befestigung auf jeder Seite gerade auf eine Verstärkungsleiste fällt, um den nachtheiligen Folgen zu begegnen, welche durch den Druck der in dem Kasten enthaltenen Masse herbeigeführt werden könnten. Diese Kästen sind an einer ihrer langen Seiten, der ganzen Länge nach, mit Löchern versehen, die 5 bis 6″ von einander entfernt sind. In diese Löcher werden hölzerne Hähne oder nur Röhren eingesetzt, welche zum Abfließen der Lauge nach Belieben geöffnet oder geschlossen werden können. Der Boden des Kastens bildet eine geneigte Ebene, welche sich vom Niveau der Löcher um 2″ gegen die entgegengesetzte Wand erhebt. Gegen die durchbohrte Wand lehnet man ein Brett cc, in der Breite von 1′, welches der ganzen Länge des Kastens nach mit kleinen Löchern versehen ist. Dieses Brett wird noch mit Reisig überlegt, damit die Erde die Löcher nicht verstopfe, und so das Abfließen der Lauge verhindert werde. Um jeden Verlust an Lauge, der durch Mangel an Dichtigkeit der Fugen entstehen könnte, zu vermeiden, stellet man die Kästen auf einen Fußboden, der am Rande mit einer Rinne versehen ist, welche an der langen Seite des Kastens gerade lothrecht unter den Hähnen oder Zapfenlöchern hinläuft, und in Folge einer schwachen Neigung die Lauge in einen eigenen Behälter leitet.

Zwei derlei Kästen können für die Arbeit der größten Siederei ausreichen, indem sie ungefähr so viel als 60 Fässer leisten. Zur größeren Bequemlichkeit bringt man das Wasser mittelst einer mit Löchern versehenen Rinne aus einer Pumpe auf die verschiedenen Stellen in den Kasten, so

wie man auch durch eine tragbare Pumpe die noch nicht siedewürdige Lauge aus dem Behälter auf den andern Kasten bringt. Diese Kästen haben den Vortheil, weniger Raum einzunehmen, weniger Reparaturen zu erfordern, und das Einfüllen und Ausleeren der Massen viel bequemer zu machen. Das Verfahren hiebei ist: Nachdem diese Kästen mit den salpeterhaltigen Stoffen gefüllt sind, gießt man so viel Wasser auf, daß es, wenn die auszulaugende Masse durchdrungen ist, noch ungefähr 4″ über derselben stehe. Diesen ersten Aufguß läßt man bis zum andern Tage auf der Erde, wonach man das Zapfenloch öffnet, und die Lauge in den Behälter abfließen läßt. Hat das Abfließen aufgehört, so schließt man die Oeffnungen, gießt wiederholt Wasser auf, bis die abgezogene Flüssigkeit nur noch $^1/_2{}^0$ zeigt. Wenn die Flüssigkeit der ersten Auslaugung weniger als 10^0 zeigt, so wird sie, so wie alle spätern Aufgüsse auf den zweiten Kasten geschöpft, bei dem man auf eine gleiche Weise verfährt. Der erste Kasten wird sodann mit frischer Erde gefüllt, und darauf die Lauge des zweiten Kastens, welche während dieser Zeit ganz sicher unter 10^0 gekommen sein wird, gegossen. So wird nun die Masse des zweiten Kastens erschöpft werden; aber bis derselbe wieder mit frischer Erde gefüllt ist, wird auch die Lauge des ersten der Verstärkung auf dem zweiten Kasten bedürfen, in welcher Ordnung die Operation fortgesetzt wird. Die auf die genannte Weise erhaltene Lauge wird in Oesterreich Grundwasser genannt.

b. Brechen des Grundwassers. Rohlauge.

246. Die nach Vorigem gewonnene Lauge enthält nebst dem salpetersauren Kali auch die Nitrate von Kalk und Bittererde, so wie die Chloride der Radicale dieser Basen, nämlich Chlorkalium, Chlorcalcium und Chlormagnesium, nebst dem auch Chlornatrium (Kochsalz), dann schwefelsaures Kali und auflösliche organische Substanzen. Die Quantität der genannten Salze, so wie auch der gelösten organischen Stoffe, ist nach der Natur der ausgelaugten Masse verschieden.

Nach Thenard's Angabe ist die Zusammensetzung des nach dem Abdampfen erhaltenen Rückstandes, wenn die Abgänge alter Wände u. dgl. ausgelaugt wurden, wie folgt:

10 salpetersaures Kali und Chlorkalium,
15 Chlornatrium,
5 Chlorcalcium und Chlormagnesium,
70 salpetersaurer Kalk und salpetersaure Bittererde.
100

Eine so oder ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeit muß nun dergestalt behandelt werden, daß die salpetersauren Erdensalze in das Kalinitrat umgewandelt, und dieses dann von den Chlorverbindungen getrennt werde. Diese Umwandlung geschieht durch ein Kalisalz, dessen Säure mit der Kalk- und Bittererde eine unlösliche Verbindung gibt, während das neugebildete salpetersaure Kali nebst den Chlorverbindungen in der Auflösung bleibt. Hiezu dient das kohlensaure Kali, wie es in der Pottasche des Handels vorkommt, oder man wendet blos Holzasche an, welche auf ähnliche Art, wie oben erklärt wurde, der Auslaugung unterworfen wird.

Zur beiläufigen Bestimmung, wieviel von der Pottaschenlösung oder von der Aschenlauge diesem Grundwasser zugesetzt werden müsse, dient eine einfache Probe. Man nimmt nämlich 1 Maß dieses Grundwassers, und gießt in immer kleineren Portionen nach und nach von einer Maß der Pottaschenlösung zu, bis die nach jedem Zugießen umgerührte und dann klar gewordene oder filtrirte Probe durch ein erneuertes Zugießen keine weitere Trübung mehr zeigt. Hätte man zu 1 Maß Grundwasser ¼ Maß Pottaschenlösung unter diesen Umständen gebraucht, so würden für jeden Eimer 10 Maß der letzteren nothwendig werden, so lange man mit Flüssigkeiten von gleicher Concentration zu thun hat. Das eigentliche Verfahren ist nun folgendes: Die Sammlung des Grundwassers geschieht in Bottichen oder andern großen Laugebehältern, welche 5 bis 6″ über dem Boden mit einem Hahne versehen sind. In diese wird nun die Pottaschenlösung oder Aschenlauge in der bereits bestimmten Quantität gegossen, und durch Umrühren mit dem Grundwasser gemengt. Die Kalk- und Bittererde scheiden sich hiedurch in Verbindung mit der Kohlensäure als unlöslich aus, und man kann sich nochmals durch eine kleine Probe die Ueberzeugung verschaffen, ob die zugesetzte Menge der Pottaschenlösung hinlänglich gewesen sei. Man nennt diese Operation das *Brechen*, das *Beschicken* des Grundwassers, die Pottaschenlösung den *Bruch*.

Hat sich der Niederschlag von der kohlensauren Bitter- und Kalkerde in diesen sogenannten *Erdfallbottichen* zu Boden gesetzt, so läßt man die klar gewordene Lauge, *Rohlauge*, abfließen, und schafft sie gleich zum weiteren Versieden in den Sudkessel. Der in den Bottichen zurückbleibende Niederschlag wird in einem mit einem Filtrum versehenen Bottich gesammelt, gänzlich austropfen gelassen, und sodann wieder der Plantagenerde beigemischt. Er führt zuweilen, ganz uneigentlich, den Namen *Salpetermagnesia*.

247. Manche Salpetersieder bringen das Grundwasser zuerst durch Abdampfen auf eine größere Concentration, 15 bis 20°, und brechen dasselbe sodann im heißen Zustande. Das wiederholte Ueberschöpfen der Lauge, was hier nothwendig wird, die Vermehrung des Brennmateriales, da die Flüssigkeit hier zweimal statt einmal von der gewöhnlichen Temperatur bis zum Siedpunkte erhitzt werden muß, dann die Nothwendigkeit, den Niederschlag, der im vorigen Falle zum Austropfen gebraucht wurde, wirklich auszuwaschen, indem er eine zu concentrirte Lauge zurückbehalten würde, stellen sowohl Arbeit als Kosten in diesem letzteren Falle höher.

Durch die Operation des Brechens werden nicht nur die salpetersauren Erdensalze, sondern auch die Chlorverbindungen, nämlich Chlorcalcium und Chlormagnesium, mittelst des kohlensauren Kali in unlösliche kohlensaure Salze umgewandelt, und dafür das lösliche Chlorkalium in die Lauge gebracht. Da aber jene Chlorverbindungen ohnedieß als unkrystallisirbar in der Mutterlauge zurückbleiben würden, so war es gebräuchlich, von dem Fällungsmittel um $^1/_5$ bis $^1/_6$ weniger zu nehmen, in der Meinung, es würden zuerst die salpetersauren Erdensalze und dann die Chlorverbindungen zersetzt. Nach Longchamp geschieht aber beides zugleich, und man würde durch diese Ersparung an kohlensaurem Kali einen Verlust von Salpeter herbeiführen, nebst dem nachtheiligen Einflusse des erschwerten Krystallisirens bei zunehmender Menge von Chlorcalcium.

Früher war es auch im Gebrauche, die auszulaugende Erde mit Holzasche zu mengen, oder den Boden der Auslaugebottiche mit einer Schichte derselben zu bedecken. Dieses Verfahren wird für unökonomisch gehalten, da der in der Aschenschichte neu gebildete kohlensaure Kalk die Zwischenräume verstopft und das Filtriren erschwert. Hptm. Dr. M. Meyer hält dafür, daß die Operation gewiß eben so gut vor sich gehen werde, wenn man eine Schichte Asche über die auszulaugende Erde legte, und dann heißes Wasser, welches in einer Siederei immer ohne besondere Unkosten zu haben wäre, aufgießt, indem man weniger desselben brauchte, daher weniger Kochsalz aufgenommen, und das Durchfließen befördert würde. Der angegebene Nutzen durch heißes Wasser, wenn es wirklich ohne besondere Kosten zu haben wäre, wird sich wahrscheinlich nicht so hoch stellen, da dieses Wasser noch nicht tief eingedrungen sein wird, wenn es sich mit der Erdmasse in seiner Temperatur ausgeglichen hat; auch scheint die geringe Menge Wasser nicht anwendbar, indem der größere Theil desselben von der auszulaugenden Erde zurückbehalten, und folglich der darin enthaltene Salpeter doch erst durch frisch aufgegossenes Wasser gewonnen würde. Auch

möchte in jedem dieser Fälle, wo die Asche in oder über die Erdmasse gegeben wird, die Menge derselben nicht, dem Vortheile gemäß, genau bestimmt werden können, und man daher dem Nachtheile ausgesetzt sein, entweder zu viel Asche verwendet zu haben, oder am Ende das Brechen doch noch vornehmen zu müssen, um nicht Verlust an Salpeter zu haben.

Das Brechen des Grundwassers kann auch mittelst schwefelsaurem Kali geschehen; da aber durch dasselbe nur die Kalksalze als unlöslich ausgeschieden werden (schwefelsaurer Kalk oder Gips), die Bittererdesalze aber gelöst bleiben, so müßte die Lauge früher mit gelöschtem Kalke behandelt werden. Hiedurch würde die Bittererde in ihrer Verbindung durch letzteren zersetzt, und als unlöslich ausgeschieden werden. Sollte das zweifach schwefelsaure Kali, welches bei der Salpetersäureerzeugung als Nebenproduct abfällt, verwendet werden, so ist es nothwendig, dasselbe früher durch Kalk oder Pottasche zu neutralisiren. Auch Glaubersalz, häufig als Nebenproduct gewonnen, kann, wenn es durch die wohlfeil zu habende Glasgalle (Chlorkalium) zersetzt wird, gebraucht werden. Am vortheilhaftesten stellet sich die Operation, wenn das Brechen mit schwefelsaurem Kali, um die Kalksalze wegzuschaffen, begonnen, und mit der Entfernung der Bittererde durch kohlensaures Kali vollendet wird.

c. Darstellung des Rohsalpeters.

248. Die durch den Abzapfhahn von den unlöslichen zu Boden gesetzten Erden abgelassene Salpeterrohlauge enthält nebst dem salpetersauren Kali auch Chlorkalium und Chlornatrium (Digestiv- und Kochsalz). Das nachfolgende Verfahren, das salpetersaure Kali von den übrigen Salzen größtentheils zu trennen, so wie dessen spätere Raffinirung gründet sich auf die oben erwähnte große Verschiedenheit in der Löslichkeit des Salpeters bei verschiedenen Temperaturen, so wie auch auf die bei weitem weniger verschiedene Löslichkeit des Digestiv- und Kochsalzes, wovon ersteres in heißem Wasser beinahe in doppelt so großer Menge, als in kaltem, letzteres aber beinahe gleich löslich ist. Dieses Verfahren besteht demnach nur darin, die Rohlauge durch Kochen so zu concentriren, daß, wenn sodann die Temperatur derselben bis auf einen bestimmten Grad gesunken ist, aller darin enthaltene Salpeter gerade noch aufgelöst gehalten bleibt, bei dem ferneren Sinken aber in Krystalle anschießt; hiedurch scheiden sich die oft in beträchtlicher Menge vorhandenen fremden Salze schon während des Kochens in dem Maße, als das Wasser entfernt wird, aus, und es wird, wenn die davon abgegossene Lauge sodann weiter, bis auf die Temperatur der

Umgebung erkaltet, größtentheils nur Salpeter anschießen, die noch vorhandenen verunreinigenden Salze aber, da sie im kalten Wasser nicht um vieles weniger löslich sind, vorzugsweise gelöset bleiben. Man concentrirt zu diesem Zwecke die Lauge dermaßen, daß sie bis ungefähr 40° abgekühlt werden kann, ehe die Krystallisation des Salpeters beginnt, wodurch die erdigen Theile, die sich nicht vollkommen in dem Erdfallbottich abgesetzt hatten, und die in sehr feinen Krystallen sich ausscheidenden Salze, welche darin schweben, Zeit haben, sich zu Boden zu setzen. Bei größerer Concentration würde dieses nicht statt finden, und daher der erhaltene Salpeter um desto unreiner und gefärbter ausfallen; letzteres, weil dieselbe Menge färbender organischer Substanzen in der kleineren Menge von Lauge enthalten sind.

249. Das Versieden geschieht in einem kupfernen Kessel, der in einem Ofen eingemauert ist. Es soll nicht früher begonnen werden, als bis die erforderliche Quantität Rohlauge hinreicht, nach gemachter Concentrirung den Siedkessel mit krystallrechter Lauge gefüllt zu halten. Zur Bestimmung dieses Quantums dividire man die Anzahl Grade, auf welche die Lauge gebracht werden soll, durch jene Anzahl Grade, welche sie vor dem Versieden zeigt, und dieser Quotient wird anzeigen, wie vielmal vom Inhalte des Kessels man Lauge vorräthig haben muß, um das gehörige Nachfüllen zu besorgen. Diese Bestimmung kann keineswegs Genauigkeit gewähren, da das enthaltene Kochsalz ebenfalls mit beiträgt, einen bestimmten Grad an dem Aräometer zu zeigen, indem nur bei einer reinen Salpeterlauge, z. B. 12 Areom. Grade auch 12 Pf. Salpeter anzeigen; bei unreiner können vielleicht nur 9 Pf. Salpeter vorhanden sein, und durch Hilfe eines gewissen Quantums Kochsalz werden doch 12° angezeigt. Dieses Kochsalz aber häuft sich bei fortwährender Concentration an, scheidet sich endlich aus, und die Lauge wird zuletzt, wenn auch das ganze vorräthige Quantum zugegossen ist, nicht die gehoffte Anzahl Grade haben. Aus dieser Ursache müßte man auf vorräthige Salpeterrohlauge antragen. Ein anderer, aber im entgegengesetzten Sinne wirkender Umstand ist, daß der Gehalt an aufgelöstem Salze vom Aräometer in der hohen Temperatur zu klein angegeben wird. Kennt der Salpetersieder beiläufig das Verhältniß der fremden Salze in seiner Rohlauge, so wird er nach obiger Bestimmung die Menge der vorräthigen Lauge hinreichend genau abschätzen können.

In dem Maße, als sich nun die Quantität der Lauge durch Verdampfen in ihrem Volum vermindert, muß sie durch frische ersetzt werden; das Nachgießen darf aber nicht in größeren Quantitäten geschehen, weil dadurch

eine Temperaturerniedrigung herbeigeführt, und das Kochen der Lauge zum Nachtheile der Operation, die sich dadurch verzögert, unterbrochen wird. Man vermeidet diese nachtheilige Wirkung, indem man ein eigenes Bassin neben und über dem Kessel anbringt, welches ungefähr halb so viel Flüssigkeit als der Kessel faßt. Die darin befindliche Lauge wird durch die heiße Luft erhitzt, welche aus dem Feuerraume durch Züge davon gehet und unter das Bassin gelangt; durch eine Röhre, an welcher der Abfluß regulirt werden kann, wird der Kessel genährt. In kleinen Siedereien bringt man ein eigenes Tropffaß mit vorräthiger Rohlauge an die Stelle, und läßt aus demselben gerade so viel zutropfen, als durch Verdünstung hinweggeschafft wird. Dieses Tropffaß muß natürlich immer angefüllt werden, wenn es sich entleeret hat, bis alle zum Sude bestimmte Lauge verbraucht ist.

250. Sobald die Lauge ins Kochen geräth, bildet sich an der Oberfläche eine große Quantität Schaum, der von aufgelösten organischen Substanzen herrührt. Je länger die Erde auslag, desto weniger derlei Substanz enthält der Salpeter, besonders wenn die Vorsicht gebraucht wurde, sie in der letzteren Zeit nicht mit Mistjauche oder dergleichen unzersetzter thierischer Materie enthaltender Flüssigkeit zu begießen. Diese Substanzen bestehen häufig aus Eiweiß und Extractivstoff; ersteres gibt dem Salpeter eine scheinbare Fette, letzterer die braune Farbe. Das Eiweiß gerinnt zwar schon für sich, wenn die Lauge gekocht wird, ist aber schwer zu sammeln, und würde sich unter den krystallisirenden Salpeter mengen. Man gibt daher noch mehr Eiweiß dazu, durch Blut, welches, indem es gerinnet, eine Art von Netz bildet, das die nicht gelösten Substanzen nach oben trägt. Auch Leim hat eine ähnliche Wirkung, indem er, obwohl in heißem Wasser ganz löslich, doch in einer Salpeterlauge gerinnet, und so die Ansammlung des Schaumes an der Oberfläche verursacht. Auf den extractartigen Stoff wirkt das erwähnte Mittel nicht; jedoch Kalk, den man im Wasser angerührt hineinschüttet, scheint zu verursachen, daß er sich in Flocken sammelt. Man schöpft daher den während der ganzen Dauer des Siedens sich bildenden Schaum fleißig ab, und benützt, da bei diesem ersten Sude diese Substanzen oft nicht vollkommen zerstört und abgesondert werden, auch bei dem folgenden Raffiniren die erwähnten Mittel, um die Lauge vollkommen zu klären. Den abgeschöpften Schaum läßt man abtropfen, und bringt ihn dann unter die salpeterhaltigen auszulaugenden Stoffe; bei größerer Reichhaltigkeit an Salpeter, wie er sich besonders gegen das Ende der Operation ausscheidet, wäscht man ihn früher wiederholt mit Wasser.

Um zu vermeiden, daß die noch allenfalls vorhandenen Antheile von kohlensaurer Bitter- und Kalkerde sich im Kessel zu Boden setzen, von wo sie nicht leicht abgelöset werden könnten, so wie auch, um sie nicht unter den später krystallisirenden Salpeter kommen zu lassen, hängt man in die Mitte der Flüssigkeit, ungefähr 2″ vom Boden des Kessels entfernt, ein kleines Gefäß, Pfuhleimer, in den diese Erden, Schlack, in Folge der Bewegung des Wassers nach dem Mittelpunkte zu, welche durch das Kochen hervorgebracht wird, größtentheils zusammengetrieben werden. Dieses Gefäß hängt an einer Kette, welche an einem Stricke befestigt ist, durch welchen es über eine Rolle aus dem Kessel herausgezogen wird, wenn man es bereits angefüllt vermuthet. Auch diesen Niederschlag läßt man abtropfen und bringt ihn unter die auszulaugende Masse oder zur Plantagenerde. Endlich wird mit der steigenden Concentration das Kochsalz anfangen, sich auszuscheiden; man zieht den Pfuhleimer heraus, die fremdartigen Salze fallen zu Boden, und werden mit einem Schaumlöffel herausgenommen, und über dem Kessel in einen Korb von Weiden zum Abtropfen gebracht.

251. Ist nun die Lauge auf 48 bis 50 Aräometergrade abgedampft worden, so wird sie in den sogenannten Salzfallbottich geschöpft, in dem sich während des Abkühlens auf 40 bis 36° die noch schwebenden Substanzen und die ausgeschiedenen Salze absetzen, das salpetersaure Kali aber vorzugsweise gelöst bleibt. Ist die Temperatur bis auf diesen Punkt gesunken, so wird die Flüssigkeit in die unbedeckt an einem kühlen Orte stehenden hölzernen, gegen 3′ weiten und nur ½′ hohen Anschußschaffe abgelassen, und bis zum gänzlichen Erkalten der Krystallisation überlassen. Nach einigen Tagen wird die Mutterlauge abgegossen und die Krystalle mit Wasser gewaschen. Die auf diesem Wege erhaltenen Salpeterkrystalle, Rohsalpeter, Salpeter vom ersten Sude, sind klein, mehr oder weniger gelb gefärbt, und lassen schon mit freiem Auge die gleichzeitig angeschossenen Krystalle der Chlorverbindungen unterscheiden.

Die weitere Benützung der bei diesem ersten Sude des Salpeters abfallenden Nebenproducte ist folgende. Die von den Krystallen abgegossene Mutterlauge, so wie das Wasser, womit die Krystalle abgewaschen wurden, welches von möglichst niedriger Temperatur sein soll, setzet man beim Concentriren einer andern Rohlauge zu, oder gießet selbe, wenn man durch Wiederholung dieser Operation zu sehr gefärbte Mutterlauge erhalten würde, auf die Haufen selbst. Uebrigens können mehre derlei Portionen Mutterlauge durch Eindampfen und gleiche Behandlung zur Abscheidung der fremden Salze, wie sie mit der Rohlauge vorgenommen wurde, auf

den darin befindlichen Salpeter benützt werden; nur muß man, wenn an der dickeren Consistenz derselben das Vorhandensein von unzersetzt gebliebenem Chlorcalcium zu erkennen ist, dasselbe durch kohlensaures oder schwefelsaures Kali zersetzen, da es das Krystallisiren der Salze sehr erschwert. — Aber auch alle Chlorverbindungen, die beim Concentriren der Rohlauge zur Seite geschafft werden oder sich später während des ersten Abkühlens der Lauge noch absetzen, enthalten Salpeter, der auf 5 Proc. steigen kann. Um diesen zu gewinnen, nimmt man eine gesättigte Lauge von Kochsalz, und hängt in dieselbe, während sie im Kochen erhalten wird, einen großen weidenen Korb mit jenem zu benützenden Salze. Die gesättigte Kochsalzlauge wirket nun nur auf den Salpeter, löset denselben auf und sogar in einem größeren Maße, als das Wasser allein. Nach einiger Zeit zieht man den Korb in die Höhe, läßt ihn abtropfen, und verfährt mit einer andern Portion auf gleiche Weise. Man braucht eben nicht Kochsalzlauge zu nehmen, sondern nur Wasser; dieses wird sich nämlich bei seiner ersten Einwirkung mit Kochsalz anschwängern, und dann nur mehr gegen den Salpeter die obige Lösungsfähigkeit zeigen. Ist hinlänglich derlei zur Seite geschafftes Salz vorhanden, so erhält man endlich eine Lauge, welche im heißen Zustande in 100 Wasser 40 Thle. Kochsalz und gegen 300 Thle. Salpeter enthalten kann, und die nun als eine mit Kochsalz verunreinigte Salpeterlauge bei dem ferneren Abkühlen nur sehr wenig Kochsalz, aber den größten Theil des Salpeters absetzen wird.

Zur Ersparung von Brennmateriale und Zeit könnte man die Concentration der Rohlauge bis auf einen gewissen Grad durch Sonnenwärme im Sommer geschehen lassen, wie es in den Anstalten an der Küste geschieht, wo man Kochsalz aus dem Meerwasser gewinnet, oder wie es in Aegypten bei der Salpetererzeugung seit einigen Jahren mit günstigem Erfolge eingeführt ist. — Eben so könnte die Dorngradirung dabei vorgenommen werden (196.).

d. Reinigung des Rohsalpeters.

252. Der nach der vorigen Operation erhaltene Rohsalpeter muß nun von dem ihn färbenden Extractivstoffe und von den fremden Salzen, deren Quantität auf 20 bis 25 Proc. steigen kann, befreiet werden. Die Operation, welche diese Ausscheidung zum Zwecke hat, nennet man **Läuterung des Salpeters**. Die älteste Läuterungsart ist die durch doppelte Krystallisation, wodurch man Salpeter vom zweiten und endlich vom dritten Sude erhält; hiebei wird folgender Vorgang beobachtet. Man löset hiezu den Salpeter in gleichen Theilen Wasser auf, indem man denselben nach und nach in den Kessel einträgt. Während des fortdauernden Kochens wird

der Schaum, den die organischen Stoffe bilden, fleißig abgeschöpft, und mit Leimauflösung, wie oben angegeben wurde, geklärt. Sobald die Menge des Schaumes geringer wird, gießet man kaltes Wasser nach, rühret um, und schäumet von neuem ab. Auf diese Art macht man einen zweiten und dritten Zuguß von kaltem Wasser, bringt hierauf die Flüssigkeit schnell ins Kochen, und zieht, sobald dieses erreicht ist, das Feuer schnell aus dem Ofen. Nach einigen Stunden Ruhe wird die Lauge in kupferne Becken übergegossen, die mit hölzernen Deckeln zugedeckt werden, um die Krystallisation langsamer eintreten zu lassen. Die Krystallisationsgefäße werden endlich über andere Kübel umgestürzt und die Lauge abtropfen gelassen. Diese Lauge enthält nun fast alles Kochsalz aufgelöst, und zugleich Salpeter im Verhältnisse der Quantität der Lauge; sie wird gesammelt und mehre Portionen derselben eigens behandelt. Der Salpeter erscheint nach dieser ersten Läuterung in festen Broten, Salpeter vom zweiten Sude.

Da der Salpeter vom zweiten Sude aus einer Kochsalz enthaltenden Lauge krystallisirt ist, so hat er auch etwas davon aufgenommen, und ist zugleich mit derlei Lauge durchdrungen. Um ihn auch noch von diesem Antheile zu befreien, wird er abermals gelöset, jedoch nur in dem dritten Theile seines Gewichtes Wasser, indem diese Menge schon vollkommen hinreicht, die fremden Salze während der Krystallisation aufgelöst zu behalten. Diese fernere Operation ist ganz der vorhergehenden gleich, und man erhält dadurch Salpeter vom dritten Sude, ebenfalls in festen Broten, im Zustande vollkommener Reinheit.

In Frankreich bedient man sich (nach Dumas) einer andern Methode. Man trägt in den Kessel 1200 Pf. Wasser und 2400 Pf. Rohsalpeter am Abend ein, gibt nur schwaches Feuer, damit die Auflösung gerade die Nacht hindurch vor sich gehen kann. Am Morgen wird das Feuer verstärkt, und es werden in den Kessel wiederholt neue Quantitäten Rohsalpeter zugegeben, bis er zusammen 6000 Pf. dieses Salzes enthält. Während dieser ganzen Zeit trägt man Sorge, gut umzurühren, und den Schaum, so wie er sich auf der Oberfläche zeigt, vollständig abzuschöpfen. Ist die Auflösung des Salpeters vollkommen, und die Flüssigkeit einige Zeit lang im Kochen gewesen, so nimmt man vom Boden des Kessels das nicht aufgelöste Kochsalz heraus, welches sich daselbst vorfindet. Man gießet von Zeit zu Zeit kaltes Wasser zu, damit die Quantität dieses Salzes, welche noch von der heißen Lauge gelöst bleiben könnte, leichter abgesetzt wird. Setzt sich kein Kochsalz mehr ab, so gießet man in den Kessel eine Auflösung von zwei Pfund Leim in einer zweckmäßigen Quantität heißen Wassers, rührt gehörig um, und schäumt unter mehrem Zugießen von Wasser sorgfältig ab, bis man seit dem ersten Eingusse zusammen 800 Pf. zugeschüttet hat, so daß im

Ganzen 2000 Pf. in den Kessel gekommen sind. Sobald die Flüssigkeit keinen Schaum mehr erzeugt, und vollkommen klar geworden ist, so beendet man diese Operation und läßt nur so viel Feuer unter dem Kessel, daß die Flüssigkeit bis zum andern Morgen die Temperatur von 70° behält, in welchem Zustande sie an dem Aräometer 67 bis 68° zeigt; hierauf bringt man die noch heiße Flüssigkeit, unter Zurücklassung des trüben Rückstandes, vorsichtig in das neben dem Kessel aufgestellte Krystallisirgefäß, und läßt die letzten Portionen, welche nicht klar abgeschöpft werden können, in dem Kessel zurück. Um die Abkühlung in dem Krystallisirgefäße zu beschleunigen und zugleich zu bewirken, daß der Salpeter nur in sehr kleinen Nadeln krystallisire, nicht aber größere Krystalle bilde, theilt man der Flüssigkeit mittelst einer in derselben hin und her bewegten Rührkrücke beständig eine leichte Bewegung mit. So wie sich die kleinen Krystallnadeln des Salpeters bilden, zieht man sie mittelst Rechen an den Rand des Krystallisirgefäßes, wo man sie so anhäuft, daß die Flüssigkeit sogleich abfließen kann. So wie die Haufen höher werden, und ihr Weißwerden anzeigt, daß der größte Theil der Lauge abgeflossen ist, bringt man sie vermittelst einer Schaufel, die wie eine Schaumkelle durchlöchert ist, in die Waschgefäße. Nach ungefähr 6 bis 7 Stunden hat die Flüssigkeit die Temperatur der umgebenden Luft angenommen, und aller Salpeter, der bei dieser Temperatur nicht aufgelöst bleiben konnte, ist in kleinen Nadeln auf besagte Art in die Waschkästen gebracht worden.

Die hiebei gebräuchlichen Krystallisirgefäße sind kupferne Bassins, in ein Zimmerwerk von eichenen Brettern gefaßt, und auf einer gemauerten Grundlage ruhend. Das Gefäß ist inwendig 12′ lang und 7⅓′ breit; die langen Wände sind 13″ hoch, der Boden ist von den Seiten nach der Mitte und zugleich von dem einen Ende zum andern abschüssig; so daß der tiefste Punkt an einem Ende in der Mitte der Breite ist. Durch diese Einrichtung erlangt man den Vortheil, daß man den krystallisirten Salpeter bequem an der erhabenen Seite anhäufen kann, während die Mutterlauge an der tiefsten Stelle sich ansammelt und ausgeschöpft werden kann. Die Quantität der letzteren beläuft sich kaum auf 1000 bis 1200 Pf., und zeigt gewöhnlich am Aräometer 45 bis 48° (Fig. 23 u. 24 zeigt diese Krystallisirgefäße).

Die erwähnten Waschkästen, in welche der Salpeter aus dem Krystallisirbassin gebracht wird, sind so eingerichtet, wie die oben beschriebenen Auslaugekästen, mit dem Unterschiede, daß sie nur 8′ lang, oben 3¼′ breit und 2′ 2″ tief sind, und daß sie 2″ über dem Boden einen Stellboden haben, dessen ganze Fläche mit Löchern von 4‴ Durchmesser versehen ist. Die Zapfenlöcher stehen 6″ aus einander (Fig. 20, 21 u. 22).

Man hat in einer großen Raffinerie gewöhnlich sechs derlei Waschkästen. Der in dieselben gebrachte Salpeter wird darin 5 bis 6″ über den obern Rand aufgehäuft, indem ohnedieß durch die Operation des Waschens die Salzmasse sich senkt. Jeder dieser Kästen wird nun mittelst Gießkannen zuerst mit gesättigter Salpeterlauge, und dann noch zweimal mit reinem Wasser übergossen. Jeder

Aufguß bleibt ungefähr 2 bis 3 Stunden auf dem Salpeter stehen. Erst nach Verlauf dieser Zeit läßt man denselben abfließen, indem man die Zapfen aus den Löchern zieht, und dieselben ungefähr zum gänzlichen Abtropfen eine Stunde offen läßt. Erst wenn die ablaufende Flüssigkeit am Aräometer denjenigen Grad der Sättigung zeigt, welcher genau der Temperatur des Lokales entspricht, kann man überzeugt sein, daß alle Chloride aufgelöset seien, und mit dem Waschen aufhören.

Nachdem der Salpeter 5 bis 6 Tage lang in den Waschkästen geblieben ist, wird er in die Trockenpfannen gebracht. Diese Trockenpfannen oder Becken sind in der Nähe des Kessels angebracht, und werden durch die heiße aus dem Feuerraume entweichende Luft erhitzt. Hier wird der Salpeter, damit er nicht auf dem Boden des Beckens anhafte, sich nicht zusammenballe, und damit die ganze Masse von der Wärme mehr gleichförmig durchdrungen werde, mit hölzernen Schaufeln fast ununterbrochen umgewendet. Erst nach Verlauf von vier Stunden wird er vollkommen trocken sein, was man daran erkennt, daß er bei dem Umrühren sich nicht mehr an die Schaufeln anhängt, und daß er sich mit der Hand nicht mehr ballen läßt. In diesem Zustande läßt man ihn durch ein Sieb von Messingdraht gehen, um die zusammengeballten Massen zu zertheilen. Der durchgesiebte Salpeter wird in Säcke oder Fässer gepackt. Man erhält als mittleres Product einer Läuterung von 6000 Pf. durch diese letzte Operation 3500 bis 3600 Pf. reinen Salpeters, der für die Schießpulverfabrication tauglich ist.

Die Flüssigkeit, welche vom ersten Waschaufgusse abfließt, so wie ungefähr ein Drittel vom zweiten Aufgusse, werden, da sie eine größere Menge fremder Salze enthalten, zur Seite geschafft, um mit der nach dem Krystallisiren übrig bleibenden Mutterlauge abgedampft und weiter behandelt zu werden. Die übrigen zwei Drittel, welche von dem dritten Aufgusse abfließen, werden aufbewahrt, um frisch gefüllte Kästen damit zu begießen, da sie nur sehr wenig, am Ende gar keine fremden Salze mehr enthalten. Da die Menge der angewandten Waschflüssigkeit, obschon sie, von der Qualität des Salpeters abhängig, nicht genau bestimmt werden kann, doch der Erfahrung gemäß, niemals 36 Gießkannen, jede von ungefähr 550 Kb. Zoll oder 7 Maß überschreitet, wovon 15 zum ersten und eben so viele zum zweiten, 6 aber zum dritten Aufgusse genommen werden, und da ferner von der frühern Waschoperation ungefähr 15 bis 16 Gießkannen Lauge von jedem Waschkasten zur weitern Benützung aufbewahrt wurden, so folgt, daß ein jeder Kasten das für ihn nöthige mit Salpeter gesättigte Wasser zum ersten Aufgusse der folgenden Waschoperation selbst liefert, und dann nur mehr 20 bis 21 Kannen reines Wasser erforderlich werden.

Die vorhandene Mutterlauge mit den besprochenen ersten Portionen Waschwasser wird nun weiter auf den darin enthaltenen Salpeter benützt. Ist nämlich eine hinlängliche Quantität derselben vorhanden, so füllt man einen Kessel, bringt die Lauge ins Kochen, besorgt das Nachgießen von vorräthiger Lauge wie oben, nimmt sowohl den an der Oberfläche sich bildenden Schaum,

als die auf dem Boden sich absetzenden Chlorverbindungen heraus, kläret endlich mit Leim, und setzet zuletzt verdünnte Pottaschenlösung zu, mehr oder weniger, je nachdem der rohe Salpeter noch unzersetzte salpetersaure Erdensalze enthalten hatte. Hat sich sodann nach fleißigem Umrühren, und nachdem das Feuer gemindert wurde, der erdige Niederschlag zu Boden gesetzt, so wird die Flüssigkeit vorsichtig, um sie nicht zu trüben, in das Krystallisirgefäß gebracht und behandelt, wie bei der obigen Läuterung. Hiedurch erhält man Salpeter, der nach dem Waschen vollkommen rein erscheinet. — Gegenwärtig wird der Rohsalpeter zuerst dreimal mit concentrirter Salpeterlauge gewaschen, wodurch der größte Theil der fremden Salze hinweggeschafft wird, und dann auf ähnliche Weise, wie vor, behandelt.

253. In Oesterreich wird die erste Läuterung des Rohsalpeters von den Salpetersiedern selbst besorgt, und zwar gewöhnlich nach der im Vorigen beschriebenen älteren Methode. Der von denselben eingelieferte Salpeter vom zweiten Sude, hier auch echt oder unecht einfach geläuterter Salpeter genannt, je nachdem er durch die im Folgenden erklärte Untersuchungsmethode klassificirt ist, wird in der k. k. Läuterungsanstalt durch eine zweite Krystallisation in den vollkommenen reinen Zustand gebracht. Der Salpeter wird zu diesem Behufe in dem Läuterkessel unter Erhitzen in $^3/_5$ seines Gewichtes Wasser gelöset; der während des Siedens sich noch bildende Schaum wird abgeschöpft und endlich Kalk mit Wasser zu Kalkmilch angerührt, als sogenannter Niederschlag zugegossen, damit die noch vorhandene organische Substanz dadurch zerstört werde (auf 10 Eimer wird ungefähr 1 Pf. Kalk gerechnet). Hierauf wird die Lauge noch im siedend heißen Zustande durch Drahtsiebe in kupferne Anschußkessel geschöpft, mit Strohdeckeln zugedeckt und an einen kühlen Ort gestellt. Hier schießet nun Salpeter vom dritten Sude, doppelt geläuterter Salpeter, in Krystalle an. Ist die Krystallbildung beendet, was nach 48 Stunden der Fall ist, so wird die Mutterlauge abgegossen, und die Anschußgefäße über eigene Abseiheschaffe so geneigt, daß die Lauge in den folgenden 24 Stunden ganz abtropfen kann. Diese Gefäße werden sodann ferner über Rohrdecken umgestürzt, und von den Salpeterstöcken vorsichtig abgehoben, wodurch letztere darauf stehen bleiben. In dieser Lage werden sie an ihrem obern Theile durch Abkratzen mit einer kleinen eisernen Schaufel oder Kelle von dem Kalkniederschlage befreit, wobei man gleich wahrnehmen kann, ob die Lauge in gehörig heißem Zustande in die Anschußkessel gekommen sei, da er in diesem Falle locker ist und leicht weggenommen werden kann; war dieses aber nicht der Fall, so hat dieser Niederschlag auch nicht Zeit gehabt, sich abzusetzen, und erscheint

unter dem krystallisirten Salpeter eingemengt. Die Salpeterstöcke werden sodann mit ihrem untern Theile nach abwärts auf flache Gefäße gehoben, die mit wohl ausgetrockneter, auf diese Art noch nicht gebrauchter Holzasche gefüllt, und mit Fließpapier überlegt sind. Die, die Form der Kesseln zeigenden Salpeterstöcke werden mit Deckeln oder Rohrdecken zugedeckt, durch 14 Tage hier stehen gelassen, damit die denselben noch anhängende oder zwischen den Krystallen aufgesaugte Mutterlauge durch die hygroskopische Thätigkeit der Holzasche vollkommen ausgezogen werde. Diese Zeit könnte nur auf Kosten der Reinheit des Salpeters abgekürzt werden, wenn man diese Stöcke in freie Luft oder in starken Luftzug setzte, indem die Feuchtigkeit, anstatt mit dem etwa noch kleinen Antheile fremder Salze abzufließen, unter Rücklaß derselben verdampfen würde. Es ist hieraus zu entnehmen, daß die Beschaffenheit des Locales, in welchem die Aschengefäße aufgestellt sind, sehr berücksichtigt werden muß, und daß Luftzug, höhere Temperatur u. dgl. die Verdampfung befördernde Umstände sorgfältigst vermieden werden müssen. Gewölbe, unterirdische Localitäten zeigen sich in diesem Falle am angemessensten. Nach Verlauf von 14 Tagen kommen die Stöcke in ein luftiges Behältniß auf eigene Trockentafeln, werden an ihrer äußern Oberfläche von allen mechanischen Unreinigkeiten befreit und in zwei Theile zerschlagen. Nach bewirkter gänzlicher Austrocknung werden dieselben mit hölzernen Schlägeln in kleinere Stücke zerschlagen und in Fässer verpackt oder in Kuchen geschmolzen. Wäre das Letztere voraus bestimmt, so wird die letztere Austrocknung nicht auf den erwähnten Trockentafeln, sondern sogleich in Trockenpfannen (wovon später) bewirkt. Der Kalkniederschlag und die Asche mit ihrer eingesaugten Lauge werden zur Bildung von Salpeterhaufen verwendet, und zwar wie oben erwähnt wurde, ohne Zuthun irgend einer thierischen Substanz.

Die nach beendeter Krystallbildung von den Krystallen abgegossene Mutterlauge, welche erstes Läuterwasser genannt, 19 bis 20 Aräometergrade zeigt, wird abgedampft und man gewinnt daraus einen, höchstens mit $2^3/_4$ Proc. an fremden Salzen verunreinigten Salpeter, der dann unter dem Namen echt einfach geläuterter Salpeter zur Fabrication des Spreng- oder Bergwerkspulvers verwendet wird. Auch die jetzt abgegossene Mutterlauge, die 23 bis 24° zeigt, wird eingedampft, kommt aber dann nicht in die Anschußschaffe, sondern zuerst in die Salzfallbottiche, da sich die fremdartigen Salze schon in zu großer Menge angehäuft haben. Die dann in den Anschußschaffen angeschossenen Krystalle werden mit dem ersten Läuterwasser gewaschen, und mehr derlei Portionen auf

doppelt geläuterten Salpeter umgearbeitet. Durch Wiederholen dieses Verfahrens erhält man endlich eine dicke braune Flüssigkeit als Mutterlauge, die entweder in kleinen Quantitäten bei andern Operationen zugesetzt oder auf die Haufen geschüttet wird. Von 100 Pf. einfach geläutertem Salpeter erhält man auf diese Weise 70 Pf. doppelt geläuterten Salpeter in vollkommen reinem Zustande; die übrigen 30 Pf. werden theils als echt einfach geläuterter erhalten, theils aus dem folgenden Läuterwasser zu Gute gebracht. Eigentliche Schwendung ist nur 0.75 Proc. gestattet.

254. Soll nach dem beschriebenen Verfahren ein mehr als mit 10 Proc. fremder Salze verunreinigter Salpeter geläutert werden, so wäre zu besorgen, daß derselbe nach diesem Verfahren nicht mit der vollkommenen Reinheit, wie es erwartet wird, zum Vorscheine käme. Um sich nicht der Gefahr einer nochmaligen Umkrystallisirung auszusetzen, so wird derselbe im verkleinerten Zustande früher einer Waschoperation unterworfen. — Auch Rohsalpeter kann, auf diese Weise behandelt, gleich vollkommen reinen Salpeter liefern. In diesem Falle besorgt man schon bei der Darstellung des Rohsalpeters, daß die Rohlauge nicht in Anschußschaffen, sondern in großen Krystallisirkästen unter beständigem Umrühren erkaltet, um den Salpeter nur in sehr kleinen Krystallen als sogenanntes Salpetermehl zu erhalten. Auf dieses Salpetermehl kommt nach abgelassener Mutterlauge gesättigte Salpeterlauge, wozu erstes Läuterwasser genommen werden kann, auf 1 Ct. ein halber Eimer. Nach 4 bis 5 Stunden, während welcher Zeit öfter umgerührt worden ist, läßt man durch den ober dem Boden befindlichen Hahn diese Lauge ab, die keinen Salpeter mehr, wohl aber den größten Theil der Chlorverbindungen aufgelöst hat; hierauf wird ein halber Eimer kaltes Wasser durch die Brause einer Gießkanne aufgegossen, und dieses Verfahren allenfalls wiederholt, bis das Abflußwasser beim Zusatze von salpetersaurem Silberoxyde nur mehr eine Trübung, aber nicht sogleich einen Niederschlag bildet. Von dem auf diese Art gewaschenen Salpeter werden 16 Ct. in einem 20 Eimer fassenden Kessel mit 12 Eimer Wasser übergossen und unter Hitzanwendung aufgelöst. Das verdampfende Wasser wird durch Zugießen von neuen Portionen stets in gleicher Menge erhalten, damit der geringe Antheil der Chlorverbindungen, der nicht durch die erhöhte Temperatur, sondern nur von der Menge des Wassers gelöset erhalten wird, nicht heraus krystallisiren könne. Bildet sich ferner kein Schaum mehr, so wird, wie oben, der Niederschlag, 1 Pfund Kalk in Wasser angerührt, gegeben und die Lauge nach der angeführten Weise behandelt. Durch diese einfache Läuterungsmethode sind in der hiesigen Läuterungsanstalt in

einem Jahre 12000 Ct. Salpeter geläutert worden, wobei nur 2 zwanzigeimerige Kessel nothwendig waren, und zwar der eine zum Läutern, der andere zur Benützung der Abwaschwässer u. s. w. Der auf die beschriebene Art geläuterte Salpeter zeigt sich bei der folgenden Untersuchung als vollkommen rein.

Bei dem oben (241.) angegebenen Verfahren, ohne Zusatz von thierischen Substanzen nur durch Benützung von Kalk und Aschenrückständen Salpeter zu produciren, wird durch das Auslaugen der salpeterhaltigen Erde eine Lauge erhalten, die nicht gebrochen werden darf, indem schon größtentheils Kali als Basis in dem Haufen ist, und die wenige salpetersaure Kalkerde beim Auslaugen durch das überschüssige Kali zersetzt wird. Der bei dem ersten Sude erhaltene Salpeter wird sodann einer einmaligen Umläuterung unterworfen, nach der oben angeführten Weise.

255. In der österreichischen Artillerie wird ein Theil des Salpeters geschmolzen und in Formen von Ziegeln ungefähr 14" Länge, 6" Breite und 5" Dicke, im Gewichte von 25 Pf. ausgegossen. Man nimmt hiezu doppelt geläuterten Salpeter, schmelzt ihn in eigenen Kesseln ein, nachdem vorher in Trockenpfannen alle Feuchtigkeit davon gejagt wurde, reiniget ihn durch Abschäumen von fremden Stoffen, die sich höchstens in sehr kleinen Mengen vorfinden können, damit dieselben, wenn sie organischen Ursprunges sind, nicht etwa auf Kosten des Salpeters verbrennen und kohlensaures Kali als neue Verunreinigung hinterlassen. Obschon es sich von selbst versteht, daß die Temperatur nicht bis zum Erglühen des Kesselbodens wachsen darf, indem hievon die Zersetzung des Salpeters die Folge wäre, so ist der Temperatursgrad, bei welchem er ausgeschöpft werden soll, zwischen dem Schmelz- und Zersetzungspunkte nicht gleichgültig und wird am besten durch Uebung erlernt. Bei zu hoher Temperatur legt sich der Salpeter an die Wände der Formen, die Kuchen bekommen Risse und Sprünge, und sind selbst beim völligen Erkalten schwer herauszubringen. Im entgegengesetzten Falle, bei zu niedriger Temperatur, gesteht der Salpeter an den Wänden zu frühzeitig, so daß sich die entstandene dünne Kruste von den Wänden früher ablöset, als der Salpeter in der Mitte oben fest wird, wodurch ein Ablaufen des noch flüssigen Salpeters über die abgelöste Kruste und das Entstehen der schuppigen Seitenflächen unvermeidlich wird. Die Methode, den Salpeter zu schmelzen und in derlei Kuchen auszugießen, gewährt einige Vortheile, als: 1. Ersparung an Raum, indem 10000 Ctr. auf diese Art aufbewahrt, nur so viel brauchen, als 3000 in Fässern verpackte; 2. Ersparung an Verpackungsgefäßen; 3. Unmöglichkeit einer späteren Verfälschung;

4. größere Uebersicht und Leichtigkeit des Abwägens; sie hat aber, in so ferne Zeitaufwand und Arbeit in Anschlag kommt, auch den Nachtheil, daß der Salpeter sich zu weiteren Verwendungen viel schwieriger pulvern läßt.

256. Prüfung des Salpeters auf seine Reinheit. Der auf seine Reinheit zu prüfende Salpeter wird, nachdem durch Trocknen sein Wassergehalt ausgemittelt worden ist, in destillirtem Wasser gelöset und mit salpetersaurer Silberauflösung auf das Dasein von Chlorverbindungen untersucht, welche sich durch eine weiße, am Lichte schwarz werdende Trübung, bei größerer Verunreinigung durch einen käsigen Niederschlag anzeigen. Sollte man die Vermuthung haben, daß der Salpeterrohlauge nicht hinlänglich Bruch zugesetzt worden sei, und daß daher noch die Nitrate von Kalk und Bittererde vorhanden seien, so würde dieses durch den entstehenden Niederschlag beim Zusatze von kohlensaurem Kali erkannt werden, so wie die auf was immer für eine Art dazu gekommenen schwefelsauren Salze auf gleiche Art durch salpetersauren Baryt entdeckt würden. Es wäre nun ein Leichtes, die Quantität der Chlorverbindungen im Salpeter anzugeben, wenn sie nur in Chlorkalium allein oder in Chlornatrium beständen; denn man dürfte nur den Niederschlag, welchen man bei der nach dem Gewichte genommenen Probe durch das in hinlänglicher Menge zugesetzte Fällungsmittel erhalten hat, gehörig sammeln, trocknen und wiegen, und sodann auf 100 Thle. niedergeschlagenes Chlorsilber 52 Thle. Chlorkalium oder 40.8 Thle. Chlornatrium in Rechnung bringen. Da aber in den meisten Fällen beide Salze zugleich als Verunreinigung vorkommen, so tritt dieser Umstand für die genaue Bestimmung störend ein. Ein Gleiches wäre der Fall für die genaue Bestimmung der Kalk- oder Bittererde, ja auch die Menge der schwefelsauren Salze, welche vorhanden sein könnte, ließe sich schwer bestimmen, da Schwefelsäure an Kali oder Natron gebunden sein könnte, und 109 Thle. schwefelsaures Kali äquivalent sind 89 Thln. schwefelsaurem Natron.

In der österreichischen Läuterungsanstalt wird die Probe mit der Silberauflösung nur mit dem in der Anstalt selbst dargestellten Salpeter (241. u. 254.), so wie mit dem zum Umläutern eingelieferten Salpeter vom zweiten Sude, keineswegs aber mit Rohsalpeter, auf folgende Art gemacht. Von dem zu untersuchenden Salpeter werden $^3/_4$ Loth in $2^1/_4$ Loth destillirtem Wasser gelöset und salpetersaure Silberauflösung von bestimmter Concentration (1.100 Dichte) zugetröpfelt. Zeigt sich hiedurch gar kein, oder höchstens eine sehr schwache Opalisirung, so wird derselbe als sogenannter doppelt geläuterter Salpeter klassificirt; tritt aber hiebei

die Trübung merklicher hervor, ohne noch eigentlich einen flockigen Niederschlag abzusetzen, so wird er als echt einfach, und setzet sich wirklich der bekannte Niederschlag ab, als unecht einfach geläuterter Salpeter erkannt. Nebstbei darf der doppelt geläuterte Salpeter nur ¼ und der echt einfach geläuterte aufs höchste ⅜ Procent Feuchtigkeit enthalten. Im letzten Falle muß der Gehalt an reinem Salpeter nach der gleich folgenden Probe ausgemittelt werden, da dem Lieferanten nur nach diesem Gehalte an reinem Salpeter die Bezahlung geleistet wird.

257. Diese nun mit letzterem weiter vorzunehmende, von dem österreichischen Artillerie-Obersten Huß angegebene Prüfungsmethode beruht auf der Erfahrung, daß die Menge des gelösten Salpeters mit der Menge und mit der Temperatur des Wassers im geraden Verhältnisse stehe, mithin bei gleichbleibender Menge Wasser nur von der Temperatur abhängig sei, und auf der Voraussetzung, daß die Chlorverbindungen auf die Lösungsfähigkeit des Wassers für den Salpeter keinen Einfluß haben, und daß folglich eine Lauge, welche Salpeter und Kochsalz aufgelöset enthält, erst bei jener Temperatur Krystalle abzusetzen anfängt, bei der eine Auflösung von derselben Menge reinen Salpeters in derselben Menge Wassers Krystalle absetzen würde. Zu diesem Zwecke ist nach directen Versuchen eine Tabelle angefertiget, aus der zu ersehen ist, welches Quantum von Salpeter in 100 Thln. Wasser bei verschiedenen Temperaturen noch aufgelöst bleiben kann, oder was als dasselbe angesehen wird, gerade zu krystallisiren beginnt. Es werden daher 40 Gewichtsthle. Salpeter in 100 Gewichtsthln. früher ungefähr auf 45° erwärmtem und dann gewogenem Brunnen- oder Flußwasser (der bestehenden Vorschrift gemäß 10 Lth. Salpeter in 25 Lth. Wasser), in einem beiläufig eine Maß haltenden Glase gelöset und unter beständigem Umrühren, damit die Abkühlung gleichförmig durch die ganze Masse erfolge, beobachtet. Ein eingesenktes viertelgradiges Thermometer, welches in seiner Scale nur bis 50° zu reichen braucht, gibt dem aufmerksamen Beobachter die Temperatur an, bei der sich gerade Salpeterkrystalle zu zeigen anfangen, wonach der auf 100 Thle. des untersuchten Salpeters berechnete Reingehalt aus der Tabelle genommen wird. Wäre z. B. der Salpeter ganz rein, so würde er bei 20¼° diese Krystallbildung bemerkbar werden lassen; es würden aber nur 35.8 reiner Salpeter in den zur Probe genommenen 40 Thln. enthalten sein, wenn die Krystallbildung bei 18° eingetreten wäre, was 89½ Procent reinen Salpeter ausmacht.

Tabelle zur Untersuchung des Salpeters auf seinen Gehalt an reinem salpetersauren Kali.

Bei nachstehenden Temperaturgraden nach R.	sind 100 Gewichtstheile Wassers mit folgenden Gewichtstheilen reinen Salpeters gesättigt.	Folglich sind in 100 Gewichtstheilen des untersuchten Salpeters an reinem salpeters. Kali enthalten.	Bei nachstehenden Temperaturgraden nach R.	sind 100 Gewichtstheile Wassers mit folgenden Gewichtstheilen reinen Salpeters gesättigt.	Folglich sind in 100 Gewichtstheilen des untersuchten Salpeters an reinem salpeters. Kali enthalten.
8	22.27	55.7	14¼	30	75
8¼	22.53	56.3	14½	30.36	75.9
8½	22.80	57	14¾	30.72	76.8
8¾	23.00	57.7	15	31.09	77.7
9	23.36	58.4	15¼	31.46	78.6
9¼	23.64	59.1	15½	31.83	79.6
9½	23.92	59.8	15¾	32.21	80.5
9¾	24.21	60.5	16	32.50	81.5
10	24.51	61.3	16¼	32.97	82.4
10¼	24.81	62	16½	33.36	83.4
10½	25.12	62.8	16¾	33.75	84.4
10¾	25.41	63.5	17	34.15	85.4
11	25.71	64.3	17¼	34.55	86.4
11¼	26.02	65	17½	34.96	87.4
11½	26.32	65.8	17¾	35.38	88.4
11¾	26.64	66.6	18	35.81	89.5
12	26.96	67.4	18¼	36.25	90.6
12¼	27.28	68.2	18½	36.70	91.7
12½	27.61	69	18¾	37.15	92.9
12¾	27.94	69.8	19	37.61	94
13	28.27	70.7	19¼	38.08	95.2
13¼	28.61	71.5	19½	38.55	96.2
13½	28.95	72.4	19¾	39.03	97.6
13¾	29.30	73.2	20	39.51	98.8
14	29.65	74.1	20¼	40	100

Sollte die Temperatur des Wassers zu tief gesunken sein, ehe noch aller Salpeter aufgelöst worden wäre, so dürfte man das Glas nur in warmes Wasser halten, um die Temperatur nochmals zu erhöhen und allen Salpeter aufzulösen, was auch geschehen müßte, wenn die Entstehung der ersten Krystalle unbeachtet geblieben wäre. Sollte aber umgekehrt in der heißen Jahreszeit bei einem sehr geringen Gehalte an reinem Salpeter die Temperatur nicht tief genug heruntersinken, so müßte das Glas mit der genommenen Probe in frisches Brunnenwasser gesenkt werden, dessen Temperatur noch überdieß durch Hinein-

werfen von etwas Salpeter herabgesetzt werden könnte. Würde gegen alle Wahrscheinlichkeit doch der Fall eintreffen, daß ein mit mehr als 45 Procent fremder Salze verunreinigter Salpeter zu untersuchen wäre, für welchen die Tabelle nicht mehr eingerichtet ist, indem sie nur bis 8° abwärts, einem Gehalte von 44.3 Procent fremder Salze entsprechend, reichet, so hilft man sich durch Zusatz an reinem Salpeter, den man nach gemachter Untersuchung wieder abziehet; z. B. wäre dieser Fall bei einem zu untersuchenden Salpeter wirklich eingetreten, oder könnte er aus gewissen Umständen vermuthet werden, so nehme man 80 Gewichtsthle. desselben, setze 20 Thle. reinen Salpeters zu, und löse nun von dieser gut gemengten Portion 40 Thle. in 100 Thln. Wasser auf, wie oben. Angenommen, die Lauge krystallisire nun bei 10¼°, so würden 62 Procent reiner Salpeter aus der Tabelle entnommen werden, wovon nach Abzug jener zugesetzten 20 nur 42 Procent für den Reingehalt des untersuchten Salpeters bleiben.

Da die Richtigkeit der Resultate dieser Untersuchungsmethode von der genauen Bestimmung nicht nur der Temperatur, sondern auch der Menge des Wassers und des Salpeters abhängt, so ist leicht einzusehen, daß vollkommen trockener Salpeter genommen werden müsse, damit nicht die Untersuchung mit einer größeren Menge Wassers und kleineren Menge Salpeters angestellt werde; denn das im Salpeter befindliche Wasser würde bei der Temperatur des Krystallisationspunktes eine dieser Temperatur und seinem Gewichte entsprechende Quantität Salpeter aufgelöst behalten, welche aber der Beobachtung entgeht. Z. B. ein untersuchter Salpeter begann bei 18° zu krystallisiren, und zeigt daher 89.5 Procent an reinem Salpeter als seinen Gehalt an. Hätte dieser Salpeter aber 2½ Procent Feuchtigkeit gehabt, so behalten diese 2½ Theile Wasser 0.9 Salpeter bei dieser Temperatur aufgelöset, wegen 100 : 2½ = 35.81 : 0.9. Diese 0.9 Salpeter gehen aber für die Beobachtung verloren, welche bei Berücksichtigung dieser Feuchtigkeit den Gehalt an Salpeter mit 90.4 gefunden hätte. In diesem Falle muß eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Salpeters getrocknet werden, der Gewichtsverlust gibt den Wassergehalt in Procenten. Von diesem getrockneten Salpeter wird sodann die nöthige Menge zur weiteren Probe genommen.

Der Vorwurf, welcher dieser Untersuchungsmethode gemacht wird, ist, daß keine Rücksicht auf die vermehrte Lösungscapacität des Wassers genommen wurde, wenn es Kochsalz aufgenommen hat, wie es hier mit dem unreinen Salpeter der Fall ist. Nach Longchamp's Versuchen löset Wasser nach Verhältniß des zugegebenen Kochsalzes mehr Salpeter auf, als im

reinen Zustande. 100 Gewichtsthle. einer (bei 14.4° mit 21.63 Salpeter) gesättigten Salpeterlauge lösen durch Zugabe von 5, 10, 20, 25 Kochsalz um 0.75, 1.27, 1.83, 2.58 Salpeter mehr auf, welche zu jenen 21.63 hinzu zu rechnen sind, bei der Untersuchung nach der beschriebenen Methode aber nicht erkannt werden. Mehr als das letzte Verhältniß von Kochsalz und Salpeter können bei der genannten Temperatur nicht aufgelöst sein. Diese Unrichtigkeit hat in den meisten praktischen Fällen keinen Nachtheil, indem durch jene Angabe wenigstens angezeigt wird, wieviel bei dem nachfolgenden Umkrystallisiren erhalten werden könne, indem das sich ausscheidende Kochsalz ungefähr so viel an Salpeter mit sich nimmt, als zu wenig angegeben wurde. Uebrigens kann, wie oben gezeigt ist, auch dieser Antheil Salpeter durch zweckmäßige Behandlung gewonnen werden.

258. Eine andere Methode ist die in Frankreich für den Rohsalpeter eingeführte nach Riffault. Nach dessen Angabe wird der eingelieferte Salpeter mit reiner concentrirter Salpeterlauge gewaschen und der hiebei sich ergebende Verlust auf Rechnung der Verunreinigung geschrieben. 4 Hektogramme des zu prüfenden Salpeters werden mit ½ Liter Wasser, das mit Salpeter gesättigt wurde, übergossen, und durch ¼ Stunde fleißig umgerührt; die Flüssigkeit wird, sobald der Salpeter sich gesetzt hat, durch ein Filter abgegossen. Diese Operation des Waschens wird sodann mit der Hälfte der wie vor gesättigten Lösung wiederholt, welches selbst bei 0.66 Verunreinigung hinlänglich wäre. Um jedoch ganz sicher zu gehen, und um nicht das in noch größerem Verhältnisse vorhandene Kochsalz, wenn hiedurch nicht alles gelöst worden wäre, als Salpeter zu betrachten, so ist vorgeschrieben, wenn der Verlust durch dieses Waschen auf mehr als 0.60 gehen würde, den Rückstand ein drittesmal mit ½ Liter gesättigter Lauge zu waschen, welches nun genug wäre, den ganzen Rest der Probe aufzulösen, angenommen, er bestehe aus Kochsalz. Die Flüssigkeit wird auf ein Filter gegossen, und es muß das letztemal wohl Bedacht genommen werden, das Glas gut auszuspülen und mittelst eines Löffels die letzten sichtbaren Partikeln des Salpeters heraus und auf das Filter zu schaffen. Dieses Filter wird sodann nach dem Abtropfen mit Vorsicht vom Trichter genommen, auf einem doppelten Blatte Löschpapier ausgebreitet, unter welchem Filterschnitzel, dann Kreide, Kalk, Asche u. dgl. Wasser absorbirende Stoffe in einem flachen Gefäße ausgebreitet sind. Nach 24 Stunden, als derjenigen Zeit, welche nothwendig ist, den größten Theil des Wassers durch Einsaugung hinwegzuschaffen, nimmt man den Salpeter vom Filter, wenn es nothwendig ist, mit einem spatelförmigen Messer, ohne das Papier anzu-

greifen, bringt denselben in das Glas, worin man ihn gewaschen hat, und vollendet bei gelinder Hitze im Sandbade die Austrocknung, wonach sich der Salpeter weder an das Glas noch an den Glasstab mehr anhängt. Der getrocknete Salpeter wird gewogen und das Gewicht desselben um 0.02 vermindert, gibt den Gehalt an reinem Salpeter. Das Abziehen von 2 Procent soll nach vorgenommenen Versuchen den Irrthum berichtigen, welcher durch das unvermeidliche Anhaften der concentrirten Salpeterlösung, mit der das Waschen vorgenommen wurde, und durch das darauf folgende Zurückbleiben des darin gelöst gewesenen Salpeters beim Verdampfen des Wassers herbeigeführt wird. — Die Unsicherheit über diese Quantität des jedesmal abgesetzten Salpeters, welche bei reinerem doch gewiß größer sein muß, als bei unreinem, indem, je mehr Masse Salpeter nach dem Waschen übrig ist, auch desto mehr anhaftende Lauge und mit ihr zurückbleibender Salpeter sich ergeben wird — die schon merkbar sich ändernde Lösungsfähigkeit des Wassers für den Salpeter bei geringen Temperaturveränderungen, welche während der ganzen Operation nicht vermieden werden können, und schon durch das Auflösen selbst herbeigeführt werden, wodurch entweder etwas Salpeter von dem zu untersuchenden aufgelöst oder umgekehrt aus der Wasserflüssigkeit abgesetzt wird, und hiedurch die Angabe des reinen Salpeters zu klein oder zu groß macht — die veränderte Lösungscapacität für den Salpeter, welche das Wasser durch die Aufnahme von Kochsalz aus dem zu prüfenden Salpeter erhält — der Umstand, daß unlösliche Beimengungen, die im Rohsalpeter doch auch vorkommen könnten, sich der Entdeckung auf genannte Art ganz entziehen — endlich die Nothwendigkeit für den Ausübenden, einige Fertigkeit in den chemischen Verrichtungen zu haben, da das Waschen, Filtriren, Wägen, Trocknen mit großer Genauigkeit geschehen muß — diese Umstände geben der angeführten, überdieß nicht unter 24 Stunden dauernden Untersuchungsmethode eben nicht einen besondern Vorzug.

Für den bereits raffinirten Salpeter wendet man daselbst gegenwärtig folgende Untersuchung an. Man macht eine Probeflüssigkeit, in der 0.00968 Gramme salpetersaures Silber auf 1 Gramme Flüssigkeit kommen. 10 Gr. des zu untersuchenden Salpeters, von welchem man fordert, daß er nicht mehr als höchstens $\frac{1}{3000}$ Kochsalz enthalte, werden aufgelöset, und mit jener 0.00968 Gr. Silbersalz enthaltenden Probeflüssigkeit versetzt. Die Quantität dieses Silbersalzes reicht gerade hin, das Chlor, welches in 0.00033 Gr. Kochsalz enthalten ist, auszuscheiden. Man theilet daher die zusammengegossene und filtrirte Flüssigkeit in zwei Theile, und versetzt die eine Portion mit Kochsalz, die andere mit einer Silberlösung; reagirt die erstere, so war weniger Kochsalz im Salpeter als $\frac{1}{3000}$; reagirt die letztere, so war mehr darin.

Gay-Lussac hat vorgeschlagen, den Salpeter, durch Glühen mit der Hälfte seines Gewichtes Kohlenstaubes und dem Vierfachen an Kochsalz, in kohlensaures Kali umzuwandeln, und dieses durch Schwefelsäure mittelst eines Alkalimeters (187.) zu prüfen, wonach sich sodann die äquivalente Menge Salpeters berechnen läßt. Diese Probe trifft der Vorwurf, einen in chemischen Arbeiten geübten Untersucher nothwendig zu haben, noch viel mehr als die vorige, und gewährt übrigens ebenfalls nicht den gewünschten Vortheil eines geringen Zeitbedarfes, welcher, da doch die Untersuchung in Gegenwart des Lieferanten, und zwar mit jeder eingelieferten Post geschehen müßte, sehr wünschenswerth wäre.

In Schweden schmilzt man den Salpeter und gießt ihn in 8löthige Kuchen von 1″ Dicke. Nach dem Erkalten zerbricht man ihn und beurtheilt nach dem mehr oder minder strahligen Bruche die Reinheit desselben. Der reine Salpeter zeigt sich nämlich grobstrahlig; $^5/_4$ Proc. Kochsalz machen ihn schon weniger grobstrahlig, durch $2^1/_2$ Proc. bildet sich in der Mitte ein Streifen, der nicht strahlig ist, und bei $3^1/_3$ Proc. zeigt sich nur mehr an den Kanten der strahlige Bruch.

259. Die vorzüglichste Anwendung des Salpeters ist zur Fabrication des Schießpulvers und zur Bereitung anderer ähnlicher Gemenge, Feuerwerkssätze. Nebst dem findet derselbe noch vielfache Anwendung im Gebiete der Technik, als zur Darstellung der Salpetersäure, zur Bereitung der englischen Schwefelsäure, in welch beiden Fällen er mit Vortheil durch das salpetersaure Natron vertreten werden kann (198.); ferner dient er zur Bereitung verschiedener Arzneimittel und technisch chemischer Präparate, zur Darstellung des reinen kohlensauren Kali, zum Einpöckeln des Fleisches u. s. w.

B. Schießpulver.

260. Das Schießpulver ist ein Gemenge aus Salpeter, Schwefel und Kohle. Diese auf mechanischem Wege in den Zustand der feinsten Zertheilung gebrachten und auf das innigste gemengten Substanzen wirken im Augenblicke der Verbrennung mit großer Energie chemisch auf einander ein, und die dabei hervorgehenden gasförmigen Producte bringen durch die Spannung, die sie in dem Augenblicke der Entstehung durch die Zusammenpressung in dem engen Raume der Pulvermasse und durch die Temperaturerhöhung, von der diese Verbrennung begleitet ist, erlangen, die bekannten Wirkungen hervor. Es wird in Nächstfolgendem

a. von den Bestandtheilen gesprochen werden, welche geeignet sind, eine hinlängliche Menge Gas von hoher Temperatur zu erzeugen;
b. von dem Mischungsverhältnisse, nach welchem die gewählten Bestandtheile genommen werden müssen;
c. von der Fabrication des Pulvers selbst;

d. von den Eigenschaften des Pulvers, dessen Entzündung, Verbrennung und den dabei sich ergebenden Resultaten.

a. Von den Bestandtheilen des Schießpulvers.

261. Die Bestandtheile des Schießpulvers sind die oben genannten: Salpeter, Schwefel und Kohle. Die chemische Einwirkung derselben auf einander, welche eigentlich den Verbrennungsact ausmacht, ist folgende: Die Kohle bemächtiget sich des Sauerstoffes der Säure und der Basis im Salpeter, bildet damit kohlensaures oder Kohlenoxydgas, je nach der Menge der Kohle im Verhältnisse zum Salpeter, während das Radical der Basis, Kalium, sich mit dem Schwefel zu Schwefelkalium verbindet. Letzteres ist das theils als Rauch davon gehende, theils zurückbleibende starre Product des Pulvers, ersteres, vereint mit dem gasförmigen Radicale der Säure, dem Stickstoffe, macht das wirksame Gasquantum aus.

Obwohl die übrigen salpetersauren Salze die Eigenschaft der Zersetzbarkeit durch einen brennbaren Körper, wie Kohle, mit dem Kalisalze gemein haben, einige derselben in gleichen Quantitäten selbst noch ein größeres Gasquantum liefern, so können sie doch zur Bereitung eines kräftig wirkenden Schießpulvers nicht angewendet werden, da die Verbrennung derselben mit der Kohle mit bei weitem minderer Lebhaftigkeit vor sich gehet, was doch eine unerläßliche Bedingniß für die Wirksamkeit dieses Gemenges ist. Einige dieser Salze, z. B. die Nitrate von Natron, Kalk, schließen sich von der Anwendung zu einem Präparate, welches durch lange Zeit im unveränderten Zustande aufbewahrt werden soll, schon durch die Eigenschaft des Zerfließens aus. Von den übrigen Körpern, die einen gasförmigen Bestandtheil in größerer Menge gebunden enthalten und auf ähnliche Art frei lassen, kann nur das chlorsaure Kali noch als zweckdienlich genannt werden, wovon sowohl bei diesem Salze selbst Erwähnung gemacht wurde, als auch noch im Folgenden gesprochen werden wird. Alle andern sich darbietenden Stoffe zeigen sich gänzlich unanwendbar.

262. Obwohl verschiedene brennbare Körper den Salpeter zersetzen, z. B. Schwefel, Phosphor, Antimon, Schwefelantimon u. s. w., indem sie sich mit dem Sauerstoffe seiner Säure verbinden, so kann doch keiner derselben die Rolle der Kohle übernehmen, indem die daraus hervorgehenden Zersetzungsproducte vorzugsweise starre Verbindungen sind, als schwefelsaures Kali u. s. w. Durch die Mischung von Salpeter und Kohle allein würde wohl auch schon ein Präparat erhalten werden, welches ein gewisses Gasquantum (Kohlenoxyd- und kohlensaures Gas) entwickelt; allein es würde

weder das Gasquantum groß sein, da das Kali unzersetzt bliebe und sich einen Theil der erzeugten Kohlensäure aneignete, um als kohlensaures Kali im Rückstande zu bleiben, noch würde die Wirkung sonst bedeutend werden, da die Zersetzung auf diese Art immer nur langsam fortschreitet. Durch das Hinzukommen des Schwefels sind die Verwandtschaftsthätigkeiten vermehrt; hiedurch geschieht es, daß das Kalium sich mit dem Schwefel verbindet, seinen Sauerstoff frei gibt und zur Vermehrung des kohlensauren oder des Kohlenoxydgases directe beiträgt; ferner, daß eben aus dieser Ursache die im vorigen Falle zur Verbindung mit dem Kali nothwendige Kohlensäure nicht gebunden wird, wodurch sich die Gasquantität abermals vergrößert, und endlich, daß wegen dieser vermehrten Verwandtschaftsthätigkeiten der Proceß energischer vor sich gehet und die Temperatur auf einen höhern Grad gebracht wird, wodurch die Spannung dieses in kürzerer Zeit entwickelten größeren Gasquantums auch noch gesteigert wird. Wollte man die Kohle durch eine organische, mithin kohlenstoffhaltige Substanz, z. B. Harz, Pech, Mehl, Zucker u. s. w. ersetzen, so kann nur eine geringere Wirkung daraus hervorgehen, weil einerseits zur Zersetzung des organischen Körpers ein Theil der durch Verbrennen des Pulvers erzeugten Wärme verwendet werden muß, dieser somit für die Steigerung der Spannung des erzeugten Gasquantums verloren ist, andererseits durch Verbrennen der auf diese Art aus dem zersetzten organischen Körper entwickelten Kohlenwasserstoffverbindung keineswegs eine so hohe Temperatur hervorgebracht wird, als durch Verbrennen der Kohle selbst zu Kohlensäure.

Der Schwefel hat noch ferner nebst dem angeführten chemischen Werthe auch eine mechanische Wirksamkeit als Bindemittel. Das Pulver wird dadurch geeigneter, die Körnerform anzunehmen, hält sich fester auf dem Transporte, und ist weniger hygroskopisch für die Aufbewahrung.

Aus dem Gesagten ist zu entnehmen, daß der Schwefel ein unumgänglich nothwendiger Bestandtheil des Pulvers ist, und daß die ältere Erklärung, er vermehre die Entzündlichkeit des Pulvers, indem die Flamme des verbrennenden Schwefels schnell durch die Zwischenräume der ganzen Masse dringe, nicht volle Richtigkeit habe. Bei Aufzählung aller übrigen zu Gebote stehenden Körper findet sich auch keiner, der denselben hinlänglich ersetzen könnte. Ein Gemenge endlich aus Salpeter und Schwefel verbrennt zwar durch fortgesetzte von außen angebrachte Hitze, jedoch nicht für sich allein, und ist daher als Schießpulver gänzlich unwirksam. — Zusätze anderer Stoffe zu dem Schießpulver, um dessen Wirksamkeit zu erhöhen, wie es in älteren Zeiten geschah, sind durchaus zu verwerfen.

263. Die genannten Bestandtheile müssen in dem Zustande der vollkommenen Reinheit angewendet werden. Jede Verunreinigung des Salpeters würde nicht nur als unthätig in der Pulvermasse vorhanden sein, sondern das Mischungsverhältniß stören, auch wohl die Anziehung der Feuchtigkeit befördern. Im Vorigen (243 bis 253) wurde Darstellung und Reinigung desselben umständlich aus einander gesetzt. Dieselbe Bedingniß der Reinheit gilt auch für den Schwefel. Man wendet Schwefel in Stangen oder Kuchenform an, in Frankreich destillirten (105 u. 106); niemals aber nimmt man Schwefelblumen, der anhängenden Säure wegen.

264. Die tauglichste Kohle zur Schießpulverbereitung ist jene, die am leichtesten entzündlich ist, am rascheſten verbrennt und dabei die geringste Menge von Asche gibt. Es muß daher die Qualität des vegetabilischen Stoffes, der in dieser Absicht verkohlet wird (animalische Kohle ist der entgegengesetzten Eigenschaften wegen, gänzlich ausgeschlossen), eben so sehr, als die Methode, nach welcher die Verkohlung vorgenommen wird, berücksichtiget werden.

Proust hat ein einfaches Mittel angegeben, die Kohle auf ihre Tauglichkeit zu prüfen. Er füllte nämlich kleine kupferne Röhren von 2½″ Länge und 3‴ Weite mit einem innigen Gemenge von 72 Gran Salpeter und 12 Gr. Kohle aus verschiedenen Vegetabilien, gab etwas Mehlpulver oben auf und zündete es an. Die Dauerzeit des Verbrennens wurde hiebei beobachtet, und der gebliebene Rückstand gewogen. Da die Bedingungen, unter denen das Verbrennen dieser Portionen vor sich ging, so gleichartig als möglich gemacht waren, so wurde auch diejenige Kohle, unter deren Beimischung die Verbrennung in der kürzesten Zeit erfolgte, als die vorzüglichste erkannt, um so mehr, da zugleich der Rückstand um so geringer ausfiel, je lebhafter die Verbrennung vor sich ging, wie es die folgende Tabelle zeigt.

Gemenge aus 72 Gr. Salpeter und 12 Gr. Kohle	Dauer der Verbrennung in Sekunden.	Gewicht des Rückstandes in Granen.
von Hanfstengeln oder Schäben	10	12
» Asphodillstengeln	10	12
» Weinreben	12	20
» Kichererbsenstengeln	13	21
» Fichtenholz	17	30
» Faulbaumholz	20	24

Gemenge aus 72 Gr. Salpeter und 12 Gr. Kohle	Dauer der Verbrennung in Sekunden.	Gewicht des Rückstandes in Granen.
von Spindelbaumholz	21	27
» Haselholz	23	30
» Pimentstengeln	25	36
» Maisstroh	25	38
» Kastanienholz	26	36
» Nußbaumholz	29	33
» Maiskörnern	55	43
» Steinkohle, Coak	50	45
» Zucker	70	48

Man fand hiedurch auch Kohle, welche unter diesen Umständen gar nicht brannte, als von Getreide, Reis, Galläpfeln u. s. w. Eine ebenfalls nicht hinreichend entzündliche Kohle, wegen eines Gehaltes an Kieselerde, geben Stroh und andere Gräser und Halme. Eine gute Kohle hingegen hinterlassen auch noch, nach englischer Erfahrung, die Bohnenstengel; ferner soll nach Hptm. M. Meyer's Versuchen auch Kohle aus verfaultem Holze, namentlich von Weiden und Rothbuchen, eine überaus leicht zerreibliche und höchst entzündliche Kohle, mit wenig Rückstand beim Verbrennen, geben. In diesem letzten Falle darf aber das Holz nicht wurmstichig sein, oder das Wurmmehl muß wenigstens vorher durch Ausklopfen entfernt werden, da die Kohle desselben nur schwer entzündlich ist.

265. Die Praxis nun hat sich in den einzelnen Ländern für verschiedene Holzarten aus leicht begreiflichen Gründen erklärt. So wählet man in Oesterreich Hundsbeer- oder in dessen Ermanglung Hasel- oder Erlenholz; in den italienischen Pulverwerken aber ausschließlich die Kohle von Hanfstengeln, eben so auch in Spanien, woselbst auch die Kohle von Oleander, Taxus, Weiden und Weinreben nebenbei gebraucht wird. In Frankreich, so wie auch an vielen andern Orten, wird vorzugsweise Faulbaumholz gewählt, dessen Kohle man lange Zeit für die allein brauchbare gehalten hat, und wenn auch nebstbei Pappel-, Linden- und Spindelbaumholz angewendet wird, so bleibt ersteres doch zu den feineren Sorten Pulver bestimmt. In England nimmt man Holz von dem Kornelkirsch- und Erlenbaume (letzterer gibt dieses Material auch in Schweden); Haselnuß, Hollunder und Weide wird für gleich gut mit dem Faulbaume gehalten. Nach Letort's vergle-

chenden Proben, welche er mit Pulver unter Anwendung verschiedener Kohlengattungen mittelst eines Probirmörsers machte, scheint das Holz der Pappel eine etwas bessere Kohle zu geben, als der Faulbaum; von gleicher Wirkung mit letzterer zeigte sich die Kohle der Linde so wie der echten und wilden Kastanie.

Die erreichten mittleren Wurfweiten betrugen nämlich mit der Kohle

aus Pappelholz	113	Toisen,	2 Fuß.
» Faulbaumholz	110	»	4 »
» Linden	110	»	3 »
» Holz der echten Kastanie	110	»	3 »
» » » unechten »	109	»	. »

266. Aber auch nicht alle Theile der genannten Bäume oder baumartigen Pflanzen sind zu dem vorgenannten Zwecke geeignet, sondern nur das eigentliche Holz, die ausgebildete Pflanzenfaser ist es, welche unter Rinde, Bast und Splint liegend, den brauchbaren Theil ausmacht. Auch die Säfte, jene wässerige Lösung von schleimigen und gummiharzigen Substanzen, so wie von Extractivstoff und pflanzensauren Salzen u. s. w., welche als nährender Theil der Pflanze die von der Faser gebildeten Gefäße ausfüllen, müssen entfernt werden, um nicht die hygroskopische Eigenschaft der gewonnenen Kohle, durch das beim Verkohlen aus den pflanzensauren Salzen entstehende kohlensaure Kali zu vergrößern. Je mehr daher nur die ausgebildete Faser genommen, die übrigen Theile aber davon getrennt, die Säfte durch früheres Auslaugen u. dgl. weggeschafft werden, eine desto tauglichere Pulverkohle erhält man. Daher eignet sich auch Flachs, gehörig geröstet und entschält, da er reine vegetabilische Faser ist, vorzugsweise zur Pulverkohle; nur ist hiebei der Uebelstand, daß die feinen spitzigen Fasern beim Zerkleinern herumfliegen und die Arbeiter belästigen, was bei Anwendung von alter Leinwand nicht der Fall sein möchte, deren hoher Grad von Entzündlichkeit sie besonders zu diesem Zwecke empfiehlt, wie Hptm. M. Meyer erwähnt. Die Entschälung des Flachses ist aber hiebei eine nothwendige Bedingniß, weil die Kohle dieser darüber befindlichen Rinde eine Art schwer verbrennlichen Glanzruß gibt.

Das zum Verkohlen bestimmte Holz darf, die Wahl mag nun auf was immer für eine Gattung fallen, nur dann geschnitten werden, wenn die Bäume in vollem Safte stehen, mithin nur im Frühjahre, wo die Pflanzensäfte sehr wässerig und arm an Salzen sind, um sich größtentheils nach den äußersten Enden, in welchen sich das Leben des Baumes und sein Wachsthum entwickelt, also nach den äußeren Zweigen und dem Laube

hinziehen. Diese dürfen daher nicht mit verkohlt werden, da ihre Faser noch zu wenig ausgebildet ist, eben so wenig als Rinde und Mark, oder altes Holz. Man wählt daher 6 bis 7jährige Zweige in einer Stärke von 1 bis 2", dickere spaltet man, entschält sie von der Rinde und wirft das Laub weg.

267. Aber auch das so gewählte Holz soll noch eine fernere Vorbereitung erleiden. In England setzt man zu diesem Zwecke das abgeschälte Holz in Haufen aufgestapelt 10 bis 12 Jahre der Witterung aus, um durch den Regen die Säfte auszuspülen und durch Einwirkung von Luft und Wärme die Spiralgefäße zerstören zu lassen. Unter diesen Umständen erleidet das Holz allmälich die erste Einwirkung einer freiwilligen Zersetzung, die nach innen fortschreitet und am Ende selbst das Mark erfaßt; die Farbe wird hiebei immer grauer, und zuletzt bleibt nur die locker an einander hängende Faser zurück, welche der Fäulniß am längsten widersteht, und zwar um desto besser, je mehr die Pflanzensäfte hinweggeschafft sind. Dieses Mittel ist zwar sicher, jedoch fordert es viel Zeit, und bei großen Anstalten bedeutenden Raum, mithin großes Anlagskapital, nebst dem, daß fortdauernde Gefahr einer Feuersbrunst vorhanden bleibt, auch Sand u. dgl. unter das Holz gebracht wird. Andere Methoden, diesen Zweck zu erreichen, wären jene, welche im Artikel H o l z zur Wegschaffung der gährungsfähigen oder im Wasser ausziehbaren Theile des Holzes angegeben sind. So wie dort die Absicht unterliegt, das Holz durch die Entfernung dieser Säfte vor Fäulniß und Vermoderung zu schützen, so wäre hier der Zweck, die Entstehung des kohlensauren Kali bei der Verkohlung zu hindern, welches die hygroskopische Eigenschaft der Kohle vermehrt. Unter den zu diesem Zwecke angegebenen Mitteln wäre die Behandlung des Holzes mit Wasserdampf dasjenige, was vorzugsweise hier empfohlen werden könnte, und worüber das Nähere ebenfalls in der organischen Chemie unter dem Artikel: H o l z angeführt wird. Eben so findet sich daselbst unter der Aufschrift: V e r ä n d e r u n g o r g a n i s c h e r S u b s t a n z e n d u r c h e r h ö h t e T e m p e r a t u r; V e r k o h l u n g, das Verfahren für die Bereitung der Pulverkohle beschrieben.

268. Die nach der gewöhnlichen daselbst beschriebenen Verfahrungsweise bereitete schwarze Kohle muß in langen klingenden Stäben sein, und einen reinen Bruch haben, welcher das Holzgefüge sehen läßt. Die Oberfläche muß glatt, aber nicht mit Glanzruß überzogen sein, der schwer entzündlich ist, und welcher durch Niederschlagung und darauf folgende gänzliche Verkohlung der in ihrem Abzuge zum Theile gehemmten dampfförmigen Producte entstanden ist. Derlei Stücke müssen daher ausgeschieden oder

davon befreit werden, so wie auch alles Kohlenklein gänzlich oder doch für schlechte Pulversorten zur Seite geschafft wird.

Braune Kohlen, wie sie in neuerer Zeit für die Pulverfabrication dadurch erzeugt wurden, daß die Verkohlung des Holzes bei niedriger Temperatur und nicht ganz bis zu jenem Punkte geführt wurde, wo alle flüchtigen Producte ausgetrieben sind, haben gelbbraune Adern, sind glatt und zart. Sie zeigen viel Quer- aber keine Längenrisse, klingen nicht so wie die schwarzen, lassen sich in dünnen Stücken biegen, brennen mit kleiner gelblich und bläulicher Flamme, während stark gebrannte nur glühen; in Aetzkali ist derlei Kohle fast ganz löslich.

Kohle, welche statt bei abgehaltenem Luftzutritte mit Wasser gelöscht wurde, wird, wenn sie nicht gleich zum Verbrauche genommen wird, als verwerflich angesehen, indem sie, längere Zeit in Magazinen aufbewahrt, eine für die Kraft des Pulvers nachtheilige Veränderung erleidet; dieses gilt um so mehr von der braunen Kohle, die noch einen Theil ihres vegetabilischen Charakters beibehalten hat. Würde auf diese Art behandelte Kohle dem Gewichte nach eingeliefert und sogleich verbraucht werden, so müßte die Quantität des zurückgehaltenen Wassers, die öfters auf 20 bis 25 Proc. vom Gewichte der Kohle steigen kann, ausgemittelt werden, um das Dosirungsverhältniß nicht zu stören. Obwohl es als zweckmäßig erkannt ist, die Kohle gleich, so wie sie bereitet wurde, anzuwenden, was auch, um Pulver von besonderer Güte anzufertigen, immer befolgt wird, so ist man doch in Bezug von Kriegspulver gezwungen, einige Vorräthe zu haben, welche an einem trockenen, von Westwinden geschützten Orte aufbewahrt werden sollen. Kohle, welche nach längerer Aufbewahrung sich so verschlechtert zeigte, daß sie sich zerbröckelt hätte, muß in jedem Falle ausgeschieden werden.

Ehe man endlich zur Verarbeitung der Kohle selbst schreitet, was niemals früher geschehen darf, ehe man sie wirklich zum weiteren Verbrauche nothwendig hat, muß dieselbe auf das sorgfältigste ausgelesen werden, damit nicht erdige oder steinige Theile darunter bleiben, die unter den Stampfern der Mühle Funken geben und Explosionen herbeiführen könnten. Dieses müßte von den Arbeitern durch ein wirkliches Auslesen mit der Hand verrichtet werden. — Auf eine besondere Art verfuhr man im Augenblicke einer beschleunigten Fabrication. Nachdem nämlich die ganzen größeren Stücke mit der Hand ausgelesen waren, und sich bereits eine hinlänglich große Menge des Ueberrestes gesammelt hatte, wurde dieser mit Schaufeln gegen den Wind auf eine eigene Platforme geworfen. Diese Platforme war 3' über

der Erde erhaben, nach allen Seiten etwas abhängig und mit wohl verbundenen Ziegeln oder Backsteinen gepflastert, so daß man sie leicht abkehren und sehr rein halten konnte. Durch diese Operation wurden Steine, Erden, selbst Brände und auch der Staub vollständig getrennt, und die Kohle fiel sehr rein auf die Seite, von woher man sie warf. Die Arbeiter, deren zwei an einem schönen Tage wenigstens 2000 Pf. Kohle reinigen können, müssen Kopf und Hals mit Leinwand verbunden haben, und von einer Maske mit Augengläsern Gebrauch machen.

269. Die frisch bereitete Kohle hat ein sehr großes Absorptionsvermögen für gasförmige Körper, welches bei übrigens gleicher Natur der Kohle und deren Bereitungsart im geraden Verhältnisse mit der dargebotenen Fläche steht; daher sich dasselbe größer zeigt nach der Verkleinerung, als an ganzen Stücken, mehr im grob gepulverten lockern als im staubförmigen dichten Zustande (127.). Bei der Absorption der Gase durch poröse Körper wird aber, wie bekannt, Wärme frei, und da hier der schlechten Leitungsfähigkeit der Kohle wegen, diese Wärme nicht so schnell abgeleitet wird, so kann sie selbst bis zu der zur Entzündung der Kohle nöthigen Erhitzung steigen. Hiezu gehören wohl größere Quantitäten von Kohle; sie kann sich aber auch bei kleineren ereignen, wenn durch plötzliches Bloßlegen einer vergrößerten Oberfläche, wie es beim Zerstoßen der Fall ist, diese Absorption begünstiget wird. Daraus erklärt man sich auch die vielen Unglücksfälle, die besonders damals statt fanden, als alle drei Bestandtheile zugleich im unzerkleinerten Zustande in die Stampfmühlen gebracht wurden, aus welcher Ursache man dann auch anfing, die Kohle zuerst allein, und an manchen Orten noch obendrein mit Wasser befeuchtet zu verkleinern. Auch Beispiele von Entzündung der Kohlen ohne Stoß oder sonstige Friction, durch bloße Aufhäufung und Bloßlegung an der Luft von größeren Quantitäten gibt es viele. So ereignete sich ein Fall in einer englischen Fabrik mit 2000 Pf. Kohlen, welche an der Luft gelegen hatten, verführt, ausgeladen, des Nachts liegen gelassen und sodann des Tags darauf gepulvert wurden; in diesem Zustande schüttete man sie auf einen Haufen, und den folgenden Tag stand das Gebäude in Flammen. Nach Aubert's Versuchen gehören zu einem solchen Erfolge wenigstens 30 Pf. von ganz frisch gebrannten Kohlen, und desto größere Quantitäten, je länger sie schon der Luft auslagen. Die Entzündung tritt nach 11 bis 12 Stunden ein, einige Zolle unter der Oberfläche, weil dort die Absorption noch groß genug ist, auch zugleich die Wärme besser zusammengehalten wird, als an der ausstrahlenden Oberfläche. Die schwarze Kohle zeigt sich

hiebei wirksamer als die braune; nach neuen französischen Versuchen soll erstere im Maximum 15 Proc. Feuchtigkeit aufnehmen, während sie bei letzterer nur 7 beträgt.

Läßt man die Kohlen nach ihrer Bereitung einige Zeit, mindestens 5 bis 6 Tage in Stücken liegen, so erhitzen sie sich später beim Kleinen nicht mehr bis zur Entzündung, weil sie dann schon Zeit gehabt haben, in ihren Poren eine große Menge Luft allmälich aufzunehmen. Obwohl das Mengen der Kohle mit Schwefel und Salpeter das Absorptionsvermögen bedeutend vermindert, so ist es doch selbst an dem daraus gefertigten Pulver noch immer zu bemerken; je weniger schwarz übrigens die Kohle, je dichter und größer das Korn, desto geringer ist die Einwirkung.

b. Dosirung des Pulvers.

270. Nach dem Vorhergehenden sind Salpeter, Schwefel und Kohle diejenigen Stoffe, die zu dem beabsichtigten Zwecke, ein Quantum Gas von hoher Temperatur in hinlänglich kurzer Zeit zu liefern, nicht nur die tauglichsten sind, sondern es wurde auch ersichtlich, daß weder der eine noch der andere Bestandtheil hinweggelassen werden dürfe, noch daß einer derselben durch einen anderen Stoff ersetzt werden könne. Es bleibt jetzt noch übrig, das Nothwendige über das quantitative Verhältniß anzuführen, nach welchem die genannten drei Stoffe genommen werden müssen. Schon in ältern Schriften findet man das Verhältniß von Salpeter, Schwefel und Kohle mit 6:1:1 angegeben. Vielfach ist man in verschiedenen Orten und Zeiten davon abgewichen, immer aber bis auf kleine Abweichungen, in Folge sorgfältig angestellter Versuche darauf zurückgekommen, wie es aus folgender Tafel zu ersehen ist.

Das Dosirungsverhältniß nachstehender Pulvergattungen ist	für 100 Theile des Pulvers.			auf 100 Thle. Salpeter kommen	
	Salpeter.	Schwefel.	Kohle.	Schwefel.	Kohle.
Oesterr. Scheibenpulver 80:12:14	75.47	11.32	13.21	15	17.5
» Musketen- u. Stuckpulver 75:12:13	75	12	13	16	17.33
» Sprengpulver. 62:19:22	60.19	18.45	21.36	30.65	35.48
» » bei einfach geläutertem Salpeter. . 64:19:20	62.13	18.45	19.42	29.68	31.25
Italienisches Kriegspulver.	76	12	12	15.79	15.79
» Jagdpulver	73.33	8.57	18.20	11.67	24.82
» Sprengpulver	70	18	12	25.71	17.14
Englisches Kriegspulver.	75	10	15	13.33	20
» Pulver von Datford	75	8	17	10.66	22.66
» » » Tunbridge	76	9.5	14.5	12.5	19.08
» » » Hounslow	78	8	14	10.26	17.95
Franz. Kriegspulver.	75	12.5	12.5	16.66	16.66
» Jagdpulver von Stampfmühlen . .	78	10	12	12.82	15.38
» » » Angouleme und le Bouchet.	80	10	12	12.5	15
» rundes Pulver von Essonne, ehemals	74	10	16	13.51	21.62
» Sprengpulver	62	20	18	32.26	29.03
» Handelspulver	62	18	20	29.03	32.26
Schwedisches Pulver	75	9	16	12	21.33
Berner Pulver	76	10	14	13.18	18.42
Preußisches Pulver, neues Verhältniß . .	75	11.5	13.5	15.33	18
» » altes » . .	75	10	15	13.33	20
Russisches Pulver	75	10	15	13.33	20
Deutscher Satz nach Michael Mieth 1684	75	9	16	12	21.33

271. Unter den zu diesem Zwecke angestellten Versuchen verdienen insbesondere jene von Proust angeführt zu werden. Dieser suchte zuerst auszumitteln, welche Quantität von Kohle gerade hinreichend sei, eine bestimmte Menge Salpeter vollständig zu zersetzen, unter Berücksichtigung der dazu erforderlichen Zeit. Er verbrannte nach der oben bei den Versuchen über die tauglichste Pulverkohle angegebenen Methode 60 Gran Salpeter mit wachsender Quantität von Hanfkohle, und fand $1/6$ derselben gerade hinreichend,

diese Zersetzung vollständig zu bewirken, indem bei kleinern Quantitäten noch unzersetzter oder nicht vollkommen zersetzter Salpeter (als salpetrigsaures Kali) im Rückstande blieb. Die Dauer des Verbrennens wurde zwar durch größere Mengen von Kohle noch verkürzt, was wohl bis auf eine gewisse Grenze wünschenswerth wäre; da aber, wie aus dem Folgenden zu ersehen ist, die Menge des entwickelten Gases nur in so weit vermehrt wird, als Kohlenoxydgas statt kohlensauren Gases erzeugt wird, womit aber zum Nachtheile der Spannung des Gasquantums eine mindere Temperaturerhöhung verbunden ist — da ferner bei zu großer Menge der Kohle der überschüssige Theil derselben gar nicht mehr auf Kosten des Sauerstoffes des Salpeters verbrennen und somit Gas liefern könnte, daher nur als unnützer Zwischenkörper die nähere Berührung der wirksamen Bestandtheile vermindert, endlich auch noch den nachtheiligen Einfluß für die Festigkeit des Kornes und die Conservation bei Aufbewahrung des Pulvers haben müßte, so konnte das Verhältniß von 1/6 Kohle als das tauglichste angesehen werden, um so mehr, da die fehlende Raschheit des Verbrennens durch den Zusatz von Schwefel noch erreicht werden kann. Aehnliche oder doch proportionale Resultate ergaben sich auch bei Anwendung anderer Kohlenarten.

In Bezug der Quantität und Qualität der Gase, die beim Verbrennen dieser Mischungen sich entwickelten, ergab sich Folgendes:

Salpeter	Kohle	liefern Kubikzolle Gas				
		Salpetergas.	Stickgas.	kohlensaures Gas.	Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffgas.	Summe.
60 Gran gemengt mit	1/7	11	17.5	34	.	62.5
	1/6	14	24.5	38	.	76.5
	1/5	14	24.5	34	4	76.5
	1/4	14	24.5	30	8	76.5
	1/3	14	24.5	30	20	86.5
	1/2	12	24.5	30	20	86.5

Das erste Mischungsverhältniß ist offenbar zu schwach an Kohle, weil es wenig Stickgas und zugleich weniger Kohlensäure liefert, als das zweite, in Folge des nicht vollkommen zersetzten Salpeters. Dieses zweite, worin die Kohle 1/6 des Salpeters beträgt, erscheint als das vorzüglichste; denn obschon bei größerem Verhältnisse die Summe der Gase im Ganzen wächst, so nimmt doch die Menge des kohlensauren Gases ab, was nicht so vor-

theilhaft sein kann; denn die hier gebildeten Gase sind durch Einwirkung der Kohle auf das hygroskopische Wasser und auf die Kohlensäure selbst entstanden, was aber auf eine weniger hohe Temperatur schließen läßt, als wenn die Kohle zu Kohlensäure verbrennt. — Es zeigt sich demnach, daß mit $\frac{1}{6}$ der Kohle dasjenige Maximum an Gas geliefert werde, dessen Entwicklung zugleich von der höchsten Wärmeentbindung, die durch Kohle und Sauerstoff hervorgebracht werden kann, begleitet ist.

272. Derselbe Chemiker hat sich auch mit der Frage über die zweckmäßigste Quantität des Schwefels beschäftiget; die Resultate der darüber gemachten Versuche stellen das günstige Verhältniß des Schwefels zu $\frac{1}{6}$ des Salpeters heraus, bei welchem in der kürzesten Verbrennungszeit die verhältnißmäßig größte Menge an Gas selbst bei verschiedenen Quantitäten Kohle erzeugt wird.

Die folgende Tafel enthält nach den Versuchen die Quantität des erzeugten Gases bei der Verbrennung von gleichen Quantitäten des verschiedenen Pulvergemenges.

Pulver.	Zusammensetzung.			Erzeugtes Gas in Kubikzollen.
	Salpeter.	Schwefel.	Kohle.	
100	70 73.2 75 76.2	12 12.2 12.5 12.8	18 14.6 12.5 11	107 100 113 112

wonach sich ebenfalls das Verhältniß 6:1:1 als das günstige ausweiset. Nach dieser auf experimentellem Wege gemachten Ausmittlung wird man demnach durch Aenderung des Mischungsverhältnisses weder eine größere Menge gasförmiger Producte unter der höchst möglichen Temperatur, noch eine schnellere Entwicklung derselben zu bewirken im Stande sein. Auch das stöchiometrische Verhältniß der Bestandtheile, in der Voraussetzung berechnet, daß die sämmtliche Kohle in Kohlensäure verwandelt wird, stimmt mit jenem durch die Erfahrung gegebenen überein, wie es in folgendem Schema dargestellt ist.

1 Atom Salpeter = 129.69 { 1 At. Salpeters. = 67.7 { 2 At. Stickst. = 17.7 . . . . 2 At. Stickstoffgas . . = 17.7
5 At. Sauerst. = 50 . .
1 At. Kali . . . = 58.99 { 1 At. Sauerst. = 10 . .
1 At. Kalium = 48.99
3 Atom Kohlenstoff = 3 × 7.51 = 22.53 . . . . 3 At. kohlensaures Gas = 82.53
1 Atom Schwefel . . . . = 20.12 . . . . 1 At. Schwefelkalium = 69.11

was auf 100 Gewichtstheile (Grane) reducirt, 74.81 Thl. Salpeter, 13.30 Thl. Kohlenstoff und 11.88 Thl. Schwefel für die Zusammensetzung des Schießpulvers, und 10.45 Thl. (32.8 Kubikzoll) Stickgas, 48.74 Thl. (98.2 Kubikzoll) kohlensaures Gas und 40.81 Thl. Schwefelkalium als Verbrennungsproduct beträgt.

Auch in der gewöhnlichen Zusammensetzung des Bergwerkspulvers, wenigstens von manchen Ländern, findet man eine Uebereinstimmung mit der Theorie. Wird nämlich das Verhältniß so genommen, daß die Kohle zum Theil zu Kohlenoxydgas und zum Theil zu Kohlensäure verbrennt, der Schwefel aber zweifach Schwefelkalium bildet, so müssen auf 2 At. Salpeter, 4 At. Schwefel und 9 At. Kohle genommen werden, was nach gemachter Substitution für 100 Thle. Pulver 63.6 Salpeter, 20.0 Schwefel und 16.7 Kohle gibt. Das in Frankreich eingeführte Bergwerkspulver weicht sehr wenig von diesem berechneten ab, mehr ist dieses der Fall mit dem in Oesterreich eingeführten Sprengpulver. Das Resultat ist hiebei wohl eine größere Quantität Gas, aber dieser Vortheil wird durch die weniger hohe Temperatur bei der Verbrennung zu Kohlenoxyd wieder aufgehoben. Eine Pulversorte nach dieser Zusammensetzung würde wegen des Ueberschusses an Schwefel zu nachtheilig auf das Material der Feuerwaffe wirken, und bleibt daher von der Anwendung hiezu ausgeschlossen. Zu dem Zwecke jedoch, den seine Benennung angibt, zeigt es sich als vollkommen brauchbar, empfiehlt sich auch durch seine Wohlfeilheit, so wie durch den Umstand, daß es der Feuchtigkeit weniger unterworfen ist.

Uebrigens ist für diese, nach den Atomverhältnissen gemachten Rechnungen zu bemerken, daß hier die Kohle als reiner Kohlenstoff angesehen, und nicht auf die Asche gebenden Bestandtheile Rücksicht genommen ist; ferner wird dabei auch der

Wasserstoff nicht beachtet, welchen selbst die schwarze Kohle, wenn sie nur nicht zu stark geglüht wurde, enthält, auch der Umstand außer Acht gelassen, daß das Pulver niemals ganz frei von Feuchtigkeit ist, welche zersetzt, mit beiden Bestandtheilen in Wirksamkeit tritt. Endlich wäre, damit die chemische Reaction nach der gemachten Berechnung völlig genau statt finde, eine Zertheilung der Stoffe bis auf einen solchen Grad von Feinheit nothwendig, der durch die vollkommenste Verkleinerungs- und Mischungsmethode nie erreicht werden kann; woraus sich sodann die geringen Abweichungen von selbst erklären. — Es muß daher insbesondere auf die mechanische Bearbeitung die größte Aufmerksamkeit verwendet werden. Je höher diese dem chemischen Acte vorausgehende mechanische Vorbereitung gesteigert ist, desto vollkommener wird auch die chemische Zersetzung selbst und hienach die Wirkung des Pulvers erfolgen. Auch die Erfahrung stimmt damit überein, indem sie bestätiget, daß Verkleinerung, Mengung, Verdichtung, Größe des Kornes, Zustand der Oberfläche desselben u. dgl. einflußreicher sind, als selbst kleine Abweichungen im Dosirungsverhältnisse.

c. Fabrication des Pulvers.

273. Die Fabrication des Pulvers zerfällt α. in die vorläufige Verkleinerung der Bestandtheile, β. in die Mengung und Verdichtung derselben, γ. in das Körnen der Pulvermasse, δ. in das Poliren und ε. in das Trocknen des gekörnten Pulvers.

α. Verkleinerung der Bestandtheile.

274. Die Operation der Verkleinerung wird nicht an allen Orten mit jedem der drei Bestandtheile insbesondere vorgenommen; häufig vereint man diese Vorbereitungsarbeit, besonders den Salpeter und die Kohle anbelangend, mit der folgenden Operation des Mengens und verkleinert im voraus nur den Schwefel allein, da derselbe mit andern Substanzen zugleich nur sehr schwer in den Zustand feiner Vertheilung gebracht werden kann. — Auf den österreichischen Pulverwerken wird der Salpeter auf gewöhnlichen Stampfmühlen (wovon später) gröblich, der Schwefel aber fein gepulvert; letzterer wird noch überdieß durch ein Sieb von sehr dichtem Gewebe durchgehen gelassen, wozu man sich auch eines mit Musselin überzogenen cilindrischen Sichtbeutels bedienet, welcher durch irgend einen Mechanismus in Bewegung gesetzt wird. Die Kohle wird in einigen Werken nicht früher verkleinert, da man weder eine größere Sicherheit, noch eine Erhöhung der Güte des Pulvers hiedurch erreicht zu haben glaubt, und es beginnt daher die Operation, indem Salpeter und Kohle im gröblichen Zustande und zugleich der

fein gepulverte Schwefel eingetragen wird. An andern Orten hingegen wird die Kohle in das Stampfloch der gewöhnlichen Mühle zuerst allein eingetragen und verkleinert, dann der für sich fein gepulverte Schwefel, so wie der gröblich verkleinerte Salpeter zugesetzt, womit die fernere Verkleinerung und Mengung der Masse fortgesetzt wird.

275. Durch einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren wurde auf einigen Werken (welche sodann in Folge dessen Werke der neuern Art genannt wurden) die Verkleinerung der Bestandtheile in sogenannten Verkleinerungstonnen, welche bei einem Durchmesser von 22″ eine Länge von 28″ haben und deren innere Wand mit einer Längencannelirung versehen ist, wie es Fig. 28 zeigt, vorgenommen; 39 Pf. Kohle und 36 Pf. des in der Stampfe oder in einer ähnlichen Verkleinerungstonne gepulverten und dann gesiebten Schwefels, wurden in eine derlei Tonne eingetragen und durch 150 Stück fünflöthiger Kugeln von Bronce, mittelst 8000 (wohl auch 10000) Umdrehungen die Verkleinerung der Kohle und zugleich die weitere Mengung von Schwefel und Kohle vorgenommen. Der Salpeter wurde in gleichen Tonnen, 1 Ct. im Gewichte mit 150 Stück derselben Kugeln, wofür später sechslöthige Eisenschrote genommen wurden (da der Salpeter schwieriger zu verkleinern ist) durch 3000 Umdrehungen verkleinert; hiebei bediente man sich eines eigenen Stoßzählers, welcher nach Art eines Uhrwerkes mit der Achse des Wellbaumes in Verbindung die Anzahl der Umdrehungen angab.

Zum Eintragen und Ausleeren sind diese Tonnen mit zwei Oeffnungen a und b versehen; die Breite derselben ist aus der Zeichnung ersichtlich, die Länge der Ausleeröffnung b beträgt beinahe die ganze Länge der Tonne, die der Eintragöffnung a hingegen nur ¼ derselben. Diese Oeffnungen sind durch Deckel, die aufgeschraubt werden, zu verschließen. Zum Ausleeren wird der Deckel bei b weggenommen, und statt desselben ein Rahmen angeschraubt, welcher durch einen ledernen Schlauch mit einem zweiten Rahmen in Verbindung stehet; da letzterer auf einen untergestellten Behälter genau paßt, so kann das in der Tonne befindliche Gemenge ohne Verlust in denselben überleert werden, während die Kugeln auf dem Siebe, das in dem letzteren Rahmen angebracht ist, zurückgehalten werden.

In Frankreich geht man nach der hier erwähnten ersten Art vor, indem Kohle in der Menge, wie sie zu 10 Kilogramme Pulver erforderlich ist, in das Stampfloch allein eingetragen wird, und nach einer Dauer von 20 bis 30 Minuten, in deren jeder 40 Stöße darauf geschehen, die beiden andern ebenfalls vorläufig verkleinerten Substanzen nachgegeben werden. — Auch der Verkleinerungstonnen bedient man sich in Frankreich, und zwar insbesondere zur Darstellung des Jagdpulvers. Man gibt ihnen bei einer Länge von 1.1 Meter einen

Durchmesser von 1.14 Meter. Die 12 an der innern Wand vorhandenen Leisten ragen um 2 Centimeter hervor. Der Vorgang dabei ist folgender: 18 Kilogr. Kohle werden mit 150 Kilogr. broncener Kugeln (welche 4 Millim. im Durchmesser haben) in eine Tonne gegeben, und durch 12 Stunden, während welcher Zeit dieselben 28 bis 30 Umdrehungen in der Minute machen, bearbeitet. Nach Verlauf dieser Zeit werden 15 Kilogr. Schwefel in Stücken dazu gegeben, und auf gleiche Weise die Verkleinerung desselben und die Mengung dieser zwei Substanzen zugleich vorgenommen.

Den Salpeter, welcher schon bei der Läuterung im mehlartigen Zustande erhalten wurde, verkleinert man nicht weiter, sondern man gibt denselben in diesem Zustande zu dieser innigen Mischung aus Schwefel und Kohle, und überläßt die weitere Verkleinerung desselben, so wie gleichzeitig die innige Mengung mit der ersteren Mischung der folgenden Operation, die in ähnlichen Tonnen sodann vorgenommen wird. Das Verkleinern der Bestandtheile in Tonnen oder Trommeln wird immer allgemeiner und man findet es um so vortheilhafter, je größer dieselben im Durchmesser sind, theils weil dann mehr Substanzen auf einmal verkleinert, theils bei dem stärkeren Anschlage der Kugeln an die Wände diese Operation erleichtert wird. — Nach einer besondern Einrichtung streicht ein durch einen Ventilator erzeugter starker Windstrom durch die hohle Achse der Tonne, und trägt den feinen Staub in eine Seitenkammer, wo er auf Tüchern sich niederschlägt, und je nach seiner Feinheit weiter von der Mündung ablagert. Die Substanzen kommen hiedurch zu einem sehr hohen Grade der Vertheilung. Es scheint jedoch, daß man diese Ventilationsmethode wieder aufgegeben habe.

Zum Zerkleinern des Schwefels hat man in Frankreich eine ähnliche, von Champy dem Aelteren vorgeschlagene Maschine. Ein verticaler eiserner, gerippter Cilinder, der sich in einem hohlen, ebenfalls gerippten Cilinder um seine Achse dreht, verkleinert den Schwefel oberflächlich, indem dieser von oben nach unten durchgeht; unten wird er durch ein krummes Rohr in eine hölzerne, horizontal sich drehende Trommel, die mit Kugeln gefüllt ist, gebracht; ein starker Luftzug, durch einen Ventilator erzeugt, strömt auch hier durch die Trommel. In 12 Stunden verkleinert die Maschine 500 Kilogramme.

Die Verkleinerung in Trommeln mit Kugeln hat den Uebelstand, daß Metalltheile abgerieben werden und die Substanzen verunreinigen; daher wendet man Bronce von großer Härte an (75 Thle. Kupfer und 25 Thle. Zinn), ohne diesen Uebelstand gänzlich zu heben. Die Kugeln scheinen mechanisch und chemisch angegriffen zu werden. Daß ersteres statt findet, ergibt sich aus Aubert's Angabe, der auch bei der Kohle, wenn sie mit Broncekugeln gemahlen wird, abgeriebene Metalltheile fand; die chemische Einwirkung aber geschieht vorzugsweise durch die Einwirkung des Schwefels auf das Kupfer.

Endlich bediente man sich auch der Walzmühle zum Verkleinern der Substanzen; sie ist sehr wirksam, hat aber den Fehler, daß sie sehr viel von den Substanzen verstäubt; sie eignet sich daher wohl zum Verkleinern des Salpeters und des Schwefels, aber kaum zu dem der Kohle. Die Mühle hat im All=

gemeinen diejenige Einrichtung, deren im Folgenden bei den Mühlen zum Mengen und Verdichten der Masse gedacht werden wird. Nur bewegt sie in dem gegenwärtigen Falle zugleich ein Sieb oder einen Sichtbeutel, der dem in den gewöhnlichen Mahlmühlen üblichen ähnlich ist, und durch welchen der staubförmige Theil von den noch darin befindlichen gröbern Stücken gesondert wird.

β. Mengen und Verdichten.

276. Die Operation des Mengens wird gewöhnlich mittelst Stampfmühlen, Mengtrommeln oder Walzmühlen ausgeführt.

Der wesentliche Theil einer Pulverstampfmühle besteht aus einer Reihe von Stampflöchern (Ankerlöchern), die in einem Blocke aus Eichen- oder Buchenholz (Ankerblock) ausgehöhlt sind, und in deren jedes ein Stampfer oder Schießer fällt, welcher, durch Rahmen in verticaler Richtung erhalten, mittelst der Hebedaumen von einem Wellbaume bei einer Umdrehung zwei- bis dreimal gehoben wird. In den Boden eines jeden Stampfloches wird ein Stück hartes Holz so eingesetzt, damit die Stöße auf die Hirnseite desselben geschehen. Die Stampfer oder Schießer sind von parallelepipedischer Form aus Buchenholz, in einigen deutschen Fabriken auch aus Ahorn, und am unteren Theile mit einem gewöhnlich birnförmigen Ansatze oder einer Büchse von Bronce vorgeschuhet. Die Form der Stampflöcher ist ungefähr sphärisch, so daß die Höhlung mehr als eine halbe Kugel bildet. Hiedurch geschieht es, daß die Masse an den Wänden des Stampfloches hinaufgetrieben wird, wonach sie sich überlegt und unter die Stampfer zurückfällt. Auf diese Art ist eine regelmäßige Bewegung der Stoffe bedingt, wodurch alle Theile der Einwirkung der Stampfer ausgesetzt werden; auch kann bei dieser Einrichtung das sogenannte auf den Grund Stampfen nicht so leicht eintreten, wo nämlich zwischen dem Stampfer und dem Boden des Stampfloches kein Satz sich befindet, was bei einiger Dauer durch die entstehende Erhitzung gefährlich werden könnte.

277. Gewöhnlich hat eine Mühle zwei Stampfsätze, jeden von 7 bis 10 Stampflöchern; mehr, wie es früher gebräuchlich war, mit einander zu verbinden, ist nachtheilig, der großen Erschütterung wegen, die hiedurch verursacht wird. Die Mühle steht in einem Hüttengebäude, dessen Wände nur wenig Widerstand leisten dürfen, um die Wirkung einer zufälligen Explosion nicht zu groß werden zu lassen. Es bestehen daher die Wände gewöhnlich aus ganz niederen Mauern mit hölzernen Ständern, die von außen mit Brettern verschalet sind. Dem Dache gibt man eine große Neigung, um den Ablauf des Wassers zu befördern und das Liegenbleiben des Schnees möglichst zu verhindern. Stampfmühlen dieser Art, in denen ein 67½ Pf.

schwerer Stampfer oder Schießer bei jeder Umdrehung dreimal gehoben, in ein und dasselbe Stampfloch schlägt, heißen in Oesterreich Neusohler Stampfen. — Es gibt daselbst auch Mühlen, deren Stampflöcher von länglicher Form sind, so daß drei Stampfer, deren jeder 45 Pf. im Gewichte hält und bei einer Umdrehung der Welle dreimal gehoben wird, die Mengung verrichten; diese letzteren sind unter dem Namen der deutschen Stampfen bekannt. Fig. 29 u. 30 stellet eine Neusohler-, Fig. 31 und 32 eine deutsche Stampfe vor, an welch letzterer an jeder Seite des Wellbaumes zwei Polirfässer angebracht sind.

278. In jedes Stampfloch einer deutschen Stampfe werden die Kohlen in Stücken, der Salpeter in grob verkleinertem, der Schwefel in fein gepulvertem Zustande nach dem richtigen Dosirungsverhältnisse in einer Menge von 50 Pfd. eingetragen und die Verkleinerung so wie die Mengung dieser Stoffe zugleich vorgenommen. Bei den Neusohler Stampfen ist die Größe des Einsatzes für ein Stampfloch (auch Schale daselbst genannt) verschieden. Man hat Schalen zu 16 Pfdn., aber auch solche, in welche 20 Pfd. und umgekehrt nur 12½ Pfd. eingetragen werden. Bei diesen Stampfen ist es jedoch gebräuchlich, die Kohle zuerst im angefeuchteten Zustande durch 1000 Stampfschläge (die ungefähr in 20 Minuten erfolgt sind) zu verkleinern, wonach die beiden andern Bestandtheile in dem besprochenen Zustande der Feinheit zugleich aufgegeben werden. Die Masse wird sodann in den Ankerlöchern mit der nothwendigen Menge Wasser, die selbst bei der deutschen Stampfe nur 2, höchstens 2½ Seitel beträgt, angefeuchtet und mit den Händen durch einander gemengt; nachdem sodann der Umfang der Stampflöcher rein abgekehrt ist, und die Staubläden (durchlöcherte Deckel, durch welche die Stampfer durchschlagen) über dieselben umgelegt sind, werden die hölzernen Nägel, mittelst welcher die Stampfer bis nun in die Höhe gehalten wurden, herausgezogen und letztere auf die Satzmasse niedergelassen. Man gibt dann dem Rade langsam Wasser, damit der Uebergang von der Ruhe in die Bewegung nur allmälich erfolge, bis endlich die gewöhnliche Anzahl der Schläge in der Minute gemacht werden. Hierauf werden alle Zugänge verschlossen, um Zugwind und Verstäuben einzelner noch nicht hinlänglich gemengter Theile zu vermeiden. Nach ungefähr einer Viertelstunde wird nachgesehen, ob die Stampfer nicht durch den Satz auf den Boden geschlagen haben, was bei nicht gehörig beobachtetem Feuchtigkeitsgrade erfolgen könnte. So vollkommen übrigens die Köpfe der Stampfer und die Form der Stampflöcher sein mögen, so geschieht es doch, daß sich auf dem Boden und an den Schießern eine festgeballte Masse ansetzt, in

der nicht nur die Mengung nicht weiter vor sich geht, sondern die sogar durch das fortdauernde Stampfen so erhärtet und auch erhitzt werden würde, daß es Gefahr bringen könnte. Diese Masse muß daher abgelöset werden, um wieder unter die Einwirkung der Stampfer zu kommen. Dieses geschieht durch das sogenannte Wechseln oder Umsetzen. Es wird nämlich nach gestelltem Wasserrade und gehobenen Stampfern, die wieder durch die hölzernen Nägel in der Höhe erhalten werden, die Masse des ersten Stampfloches in einen Behälter gegeben und dabei Sorge getragen, daß die vorhandenen Klumpen mit der Hand zerdrückt und alles in und um das Stampfloch Festgesetzte abgekratzt werde, was mit einem eigenen, aus starkem Kupferbleche angefertigten schaufelartigen Instrumente geschieht. In dieses entleerte Stampfloch wird die Masse des zweiten unter gleicher Behandlung gebracht, und so fort, während die Masse des ersten, welche in dem Behälter einstweilen zur Seite gestellt wurde, in das entleerte letzte Loch eingetragen wird. Zur Beschleunigung der Arbeit wird bei zehn Stampflöchern dieses Umsetzen von zwei Arbeitern in dem ersten und sechsten Stampfloche zugleich begonnen. Dieses Umsetzen der Masse wird bei der deutschen Stampfe nach jedesmaligem Verlauf von 2 Stunden vorgenommen; bei den Neusohler Stampfen, wo es gebräuchlich ist, alle Angaben nach der Anzahl der Stampfschläge zu machen, wird das erstemal nach 2000, dann aber immer nach 4000 Stampfschlägen umgesetzt. Bei dieser Gelegenheit wird die Masse auch immer befeuchtet, und mit den Händen gut durchgearbeitet, was gewöhnlich ein Arbeiter in zwei Stampflöchern zugleich verrichtet. Die Menge des Wassers hiezu beträgt ungefähr ¼ bis ⅓ Seitel, und bleibt, da sie von der Trockenheit und Temperatur der Luft abhängig ist, der Erfahrung des Pulvermachers überlassen. Zu große Trockenheit des Satzes zieht nicht nur Verlust durch Verstäubung nach sich, sondern ist am Ende auch gefahrbringend; zu große Feuchtigkeit aber hindert die innige Mengung der Bestandtheile; am besten ist derjenige Grad von Feuchtigkeit, wenn der in der Hand zusammengeballte Satz beim Oeffnen derselben gerade, ohne zu zerfallen, zusammenhält. Um nichts von der Masse zu verlieren, die sich an den Händen der Arbeiter bei diesem Durcharbeiten ansetzt, werden sie angehalten, sich die Hände in eigenen Eimern zu waschen, deren Wasser sodann, da es salpeterhaltig wird, zum Befeuchten tauglicher ist, als gewöhnliches. Auch die Kruste, die sich von Zeit zu Zeit an dem Broncebeschlag der Stampfer ansetzt, wird nicht durch Abklopfen u. dgl., was das Lockerwerden desselben verursachen könnte, hinweggeschafft, sondern durch Aufweichen im Wasser losgelöset.

Der Pulvermacher beurtheilet die genügende Ausarbeitung des Pulversatzes zum Theil nach empirischen Kennzeichen, an dem Anfühlen des Satzes beim Reiben desselben auf der flachen Hand oder beim Verbrennen einer kleinen Portion desselben auf weißem Papier, welches rasch, ohne Funken auszuwerfen und ohne großen Schmutz und verschieden gefärbte Brandflecke zurückzulassen, erfolgen muß; im Allgemeinen begnügt man sich, wenn die Zeitdauer der Bearbeitung der der Erfahrung entnommenen gleich ist, oder die auf gleiche Weise bestimmte Anzahl Schläge auf den Satz geschehen sind. Auf der deutschen Stampfe läßt man den Satz des Scheibenpulvers 60, den des Militärpulvers (Musketen- und Stuckpulvers) 48 und den des Sprengpulvers durch 36 Stunden in der Stampfe bearbeiten, wobei die für das Umsetzen nöthige Zeit mit eingerechnet ist. Der Satz des Sprengpulvers wird bei Anwendung von doppelt geläutertem Salpeter wohl auch 40 bis 44 Stunden in der Stampfe gelassen. In der Neusohler Stampfe hat man zur Bearbeitung dieser drei Pulvergattungen 64, 48 und 32 Tausend Schläge festgesetzt.

Es versteht sich wohl von selbst, daß die Angabe nach der Zeit für die deutschen Stampfen immer eine gleiche Geschwindigkeit des Wasserrades voraussetzet, was bei veränderlichem Wasserstande nicht statt finden kann, daher in diesem Falle eine Correction dieser Zeit nothwendig wird.

Als auf einigen Werken die Verkleinerung der Bestandtheile mittelst Tonnen eingeführt worden war, geschah die weitere Bearbeitung des Satzes doch auf die eben angeführte Art in Stampfmühlen. Der Einsatz war hiebei in der deutschen Stampfe ebenfalls 50, in der Neusohler Stampfe aber 20 Pfd.; abgeändert wurde hiebei der Zeitraum, nach welchem auf einer oder der andern Stampfe das Umsetzen erfolgte, wie auch die Dauer der ganzen Bearbeitung auf beiden Stampfen auf 30 Stunden (auf der deutschen Stampfe wohl auch auf 36) in diesem Falle festgesetzt wurde.

279. Sobald der Satz hinlänglich ausgearbeitet ist, kommt er in die Kornstampfe. Die Kornstampfe unterscheidet sich von der früheren (der man auch den Namen Staubstampfe gibt) nur durch ein etwas größeres Gewicht und etwas größere Fallhöhe der Schießer. Der Satz wird zweckmäßig befeuchtet, in die Stampflöcher eingetragen und man läßt zuerst unmittelbar die Schießer auf den Satz schlagen, damit die gemachte Anfeuchtung so gleichförmig als möglich durch die ganze Masse vertheilt werde; sodann wird der Satz verglichen und ein Pfosten von Eichenholz darauf gelegt, auf welchen Anfangs einer, sodann alle drei Schießer schlagen; endlich läßt man die Schießer auf den Satz selbst einwirken, indem man bemüht ist, die sich bildenden Vertiefungen stets auszufüllen. Dieses Verfahren wird für

Militärpulver durch beiläufig $^3/_4$ Stunden, für Scheiben- und Sprengpulver auch 1 Stunde lang fortgesetzt (bei Neusohler Stampfen rechnet man 6000 Stampfschläge). Die Masse kommt im Allgemeinen in unregelmäßigen Kuchen oder Stücken aus der Kornstampfe.

In den Schweizer Stampfmühlen schlagen statt Stampfer, Hämmer, und in Italien sind statt der in einem eichenen Blocke ausgehöhlten Stampflöcher, metallene Mörser im Gebrauche.

In Frankreich war die Dauer der Stampfzeit ehemals auf 24, dann auf 21 Stunden festgesetzt; als man sodann die Kohle für sich verkleinerte, verkürzte man die Stampfzeit ohne Nachtheil auf 14 Stunden, wovon 4 auf Umsetzen, Befeuchten u. s. w. zu rechnen sind. Dieses gilt für Kriegspulver; für Bergwerkspulver genügt die Hälfte der Zeit; Jagdpulver wird auf diese Weise nicht erzeugt.

280. Eine andere Methode des Mengens ist die mittelst eigener Mischtonnen oder Mengtrommeln, ähnlich denen, in welchen die Verkleinerung der Substanzen vorgenommen wird. Es ist dieses die sogenannte revolutionäre Methode, wie sie durch außergewöhnliche Bedürfnisse des Krieges in Frankreich hervorgerufen, später aber wieder abgeschafft wurde. Im Jahre 1822 wurde dieselbe wieder eingeführt, ist aber gegenwärtig nur mehr für das Jagdpulver beibehalten worden.

Diese Methode hat seit ihrer Einführung mancherlei Abänderungen erlitten. Gegenwärtig findet in le Bouchet folgende Einrichtung statt. An einer Achse sind drei Böden von Eichenholz in gleicher Entfernung von einander aufgeschoben. Der Umfang ist aus 12 Latten gebildet, die nach innen scharfkantig geformt sind, mit der äußeren Fläche aber so flache Winkel bilden, daß sich kein Satz darin festsetzen, und der Einwirkung der Kugeln entziehen kann. Ueber die Latten ist Leder gespannt; die Länge und der Durchmesser ist 1.2 Meter. Der Deckel, welcher die Oeffnung zum Eintragen zu schließen hat, ist aufgeschraubt. In jedes der Fächer kommen 25 Kilogr. Satz, im Verhältnisse 5.5 der in den Verkleinerungstonnen nach Obigem gemachten Mischung aus Kohle und Schwefel zu 19.5 Salpeter, nebst 60 Kilogr. broncener Kugeln von 9 Millim. im Durchmesser. Man dreht 25 bis 30mal in der Minute durch 12 Stunden; die Temperatur steigt nicht über 40°. Hierauf wird der Deckel aufgeschraubt, ein Drahtsieb eingesetzt, und so durch Umwenden der Trommel der Satz von den zurückbleibenden Kugeln getrennt. Um das Verstäuben zu verhindern, ist die Trommel mit einem hölzernen Gehäuse umgeben. Das Ausleeren des Satzes geschieht auf eine ähnliche Art, wie es oben (275.) angegeben wurde. Diese mit Hilfe der Mengtrommel erhaltene Masse wird nun weiter noch verdichtet, und in Kuchenform gebracht. Dieses geschieht auf folgende Art: Eine Kupferplatte von ungefähr 1 Meter Länge und $^1/_2$ Meter Breite wird mit einer 9 Millimeter dicken Schichte des mit 10 Procent Wasser angefeuchteten Pulversatzes gleichförmig belegt, in einen hölzernen Rahmen gebracht und mit feuchter Leinwand bedeckt. Darauf kommt eine zweite Kupferplatte mit Satzschicht und feuchter Leinwand u. s. w. Hat man eine zweck-

mäßige Quantität von derlei Schichten aufgebaut, so werden sie unter eine hydraulische, oder auch unter eine Schraubenpresse gebracht, wodurch die Schichten bis auf 2 Millimeter zusammengepreßt werden.

Zur Erreichung desselben Zweckes hat man auch eine eigene Art von Walzwerk (Laminoir), das aus drei Cilindern besteht. Der oberste, sehr schwer, von Gußeisen, mit einem Kupfermantel überkleidet, der mittlere aus Holz, und der untere aus Kupfer. Ein Tuch ohne Ende umfaßt die beiden obern Walzen, ein zweites die untere. Die Bewegung wird dem untern Cilinder mitgetheilt, die andern bewegen sich in Folge der statt findenden Reibung. Die Pulvermasse gelangt durch einen Trichter zwischen die beiden Tücher, und wird von den Walzen von einer 20 Millimeter dicken Schichte auf 5 Millimeter verdichtet. Der auf der andern Seite zum Vorscheine kommende Kuchen bricht durch sein eigenes Gewicht ab, und fällt in den untergestellten Kasten.

281. Endlich bedient man sich zur Mengung der Bestandtheile und zugleich zum Verdichten des gemengten Pulversatzes der **Walzmühlen** oder **stehender Mühlsteine** (**Mühlsteinmethode**), welche im Allgemeinen dieselbe Einrichtung haben, als wenn Verkleinerung der Substanzen ihr Zweck ist. Auf einem horizontalen Lagersteine A, Fig. 33, laufen nämlich zwei scheibenartige Cilinder, Läufer B, unter denen der Pulversatz ausgebreitet ist; sie sind mittelst einer wagrechten Achse c an einem verticalen Baume d befestiget, der mitten im Lagersteine steht, und um seine Achse bewegt wird. Streicher von Holz schleifen hinter den Läufern, und dienen die Masse umzurühren, und unter die Läufer zurück zu bringen. Die bewegende Kraft sind Pferde oder Wasser. Im ersten Falle sind sie in der verlängerten Achse der Cilinder angespannt, wozu aber der Boden, worauf das Pferd geht, erhöht werden muß, oder es geht von dem verticalen Baume ein Balken in schiefer Richtung gegen den Boden zu, wie in den schwedischen Mühlen. Ist Wasser die bewegende Kraft, so trägt der Wellbaum ein Stirnrad K, von dem aus die Bewegung der verticalen Achse mitgetheilt wird. Die Distanz der Steine von der Rotationsachse soll klein sein, damit der zu beschreibende Umfang desto gekrümmter ausfalle. Da die Cilinder nach der Richtung der Tangente fortzugehen suchen, aber beständig in die Richtung der Krummen zugeführt werden, so entsteht eine quetschende, zermalmende Wirkung, die zur Zerreibung und Mischung sehr vortheilhaft, aber auch gefahrbringend ist. An manchen Orten bringt man die Cilinder in ungleichen Distanzen von der Rotationsachse an, wodurch die Masse, welche sich nach einwärts entfernt, und so der Wirkung des äußeren entzogen hat, die des inneren erleidet, und umgekehrt, daß das aus dem Bereiche des inneren Gekommene sich unter die Wirkung des andern stellt. Zu **Wettern** in Holland ist die Entfernung der beiden Cilinder 67 und 93 Centimeter von der Achse. Das über der

Mühle angebrachte Hüttengebäude ist von Holz und von leichter Construction. Die Seitenwände und das Dach sind mit Klappen versehen, die sich im Falle einer Explosion öffnen, so wie auch die Thüre von innen nach außen zum Oeffnen eingerichtet ist, wodurch die Explosionen weniger zerstörend werden.

In der Mühle von Cambridge hat man die Einrichtung getroffen, daß im Falle einer Explosion das Lager der Mühle mit Wasser überschüttet wird. Es befindet sich nämlich über der Mühle ein Gefäß mit Wasser, dessen Boden durch einen Zapfen gesperrt ist. Mittelst einer Hebelvorrichtung ist das Gefäß zu öffnen, was erfolgt, wenn die Wirkung der Gase ihren Druck auf die innere Wand einer an dem andern Ende des Hebels angebrachten Tonne von Eisenblech ausübt.

In Deutschland und Belgien zermalmt man auf diese Art Salpeter und Schwefel, jeden für sich; was die Kohle anbelangt, so gibt man sie in ganzen Stücken auf die über das Lager bereits ausgebreiteten andern Stoffe. In England zermalmt man den Schwefel unter einem Cilinder, Kohle und Salpeter unter einem andern. In manchen Etablissements bringt man die Materien grob zertheilt und schon gemengt auf die Mühle. Eine vorausgehende Mengung wird im Allgemeinen für das Vortheilhafteste gehalten, wie es in Holland gemachte Versuche bestätigen, wonach Pulver von vorzüglicher Qualität geliefert wurde, wenn die Substanzen einzeln verkleinert und dann noch in Tonnen gemischt wurden, bevor man sie auf das Lager brachte. Die auf die Tafel ausgebreiteten Substanzen werden durch eine halbe Stunde trocken zermalmt, um ihre Mengung zu erleichtern; in manchen Mühlen jedoch werden sie schwach befeuchtet, um einer Gefahr vorzubeugen. Zur Fortsetzung der Arbeit wird die Masse sodann mit 2 Procent Wasser angefeuchtet, was jederzeit wiederholt werden muß, sobald sich Staub auf der Oberfläche zeigt. Das Wasser muß über die ganze Masse gleichförmig verbreitet werden, was entweder mittelst einer Handgießkanne geschieht, oder durch eine an der Achse der Cilinder angebrachte, durch ein Ventil verschließbare Gießvorrichtung. Es muß sorgfältig darauf gesehen werden, daß die Masse nicht zu trocken, noch zu feucht sei; im ersten Falle hängt sie sich stark an die Läufer, und es kann durch die Reibung der bloß liegenden Stellen Explosion verursacht werden; im entgegengesetzten Falle wird die Mischung nicht innig, die Materien gleiten auf der Tafel nach der Richtung der Cilinder und entziehen sich der Wirkung. Es muß daher der geeignete Moment zur Anfeuchtung nicht übersehen, und diese mit einer zweckmäßigen Menge Wasser vorgenommen werden. Die Menge des Wassers läßt sich aber nicht genau bestimmen, da sie von der Witterung abhängig

ist; bei feuchter Witterung vermindert sich dieselbe, und dieses um so mehr, wenn die Cilinder von Stein sind, welche Feuchtigkeit absorbiren, und der Masse mittheilen.

Ist endlich die Mischung hinlänglich bewerkstelliget, was der Arbeiter an dem salbenartigen Zustande der Masse erkennt, so vermindert er die Geschwindigkeit der Bewegung; die Läufer pressen dann während einer längeren Zeit die Theile der Masse, welche nach und nach unter ihre Wirkung kommen. Hiedurch wird die Masse verdichtet und nimmt endlich die nöthige Consistenz an, um gekörnt werden zu können. Damit die hiebei entstehenden Kuchen eine zweckmäßige Dichte erhalten, ist es nothwendig, nicht auf einmal eine große Quantität der Wirkung der Mühle auszusetzen. Sie beträgt daher zwischen 20 und 30 Kilogramme. Die Dimensionen der Läufer, Gestalt und Materie derselben, Gewicht und Geschwindigkeit, endlich Größe der Ladung des Lagers wechseln in verschiedenen Ländern. Der Durchmesser variirt von 3.8 bis 5 F., in Sachsen ist derselbe sogar nur 1.6 F. Die Gestalt ist gewöhnlich die eines Cilinders; in Sachsen hat man auch linsenförmige, in Preußen kegelförmige. Letztere Gestalt, nämlich die eines abgestumpften, mit der Spitze nach Innen liegenden Kegels, wurde von Botte und Riffault vorgeschlagen, um jene gefährliche Reibung zu vermeiden, von der schon oben gesprochen wurde, und einen gleichen Druck nach der ganzen Dicke des Läufers auf das Lager zu erzwecken. Allein, wenn auch auf diese Art die Gefahr vermindert wurde, so zieht man fast allgemein die cilindrischen vor, und läßt nur in den Achspfannen die erforderliche Spielung, um das Quetschen zu vermeiden.

Die Materie, aus der die Läufer hergestellt werden, ist Stinkstein, der in der Gegend von Namur gefunden wird, Marmor, Kupfer, Gußeisen, in welch letzterem Falle dieselben von broncenen Ringen umfasset werden. Marmor und Stinkstein ist vorzuziehen, indem metallene oft auf ungleiche Weise sich abnützen; die ersteren haben jedoch die Eigenschaft, Wasser zu absorbiren, weswegen die Menge des Anfeuchtwassers vermehrt werden muß, so wie auch den Nachtheil, bei einer vorkommenden Explosion ganz zu Grunde zu gehen. Das Gewicht der Cilinder ist sehr verschieden; an der Grenze stehen die in Sachsen mit 150 und die in Rußland mit 1400 Kilogramme. Gewöhnlich beträgt es 2500, auch 5000 Kilogramme.

Die Geschwindigkeit der Cilinder verhält sich verkehrt, wie ihr Gewicht. Wenn Wasser die bewegende Kraft ist, so machen die Cilinder

8 bis 10 Umdrehungen in der Minute, bei der Anwendung von Pferden auch nur die Hälfte. Am Ende aber wird zur Erreichung der gehörigen Consistenz der Masse diese Geschwindigkeit vermindert, wie schon oben angedeutet wurde. Die Quantität der Masse, die auf den Lagerstein aufgegeben wird, differirt wenig von 20 Kilogramme. Zu le Bouchet in Frankreich, wo bloß Compression erzielt wird, beträgt sie jedoch auch 50.

Die Dauer der Operation hängt ab von der Qualität des Pulvers, von der Dichte des Kuchens, die erhalten werden soll, so wie auch von der Menge Wasser, die er enthalten darf. Maguin glaubt, daß bei einem Gewichte von 5000 Kilogramme 1½ Stunde mit 8 Umdrehungen in der Minute zur Zerreibung der Substanzen genügen; es liegt jedoch außer allem Zweifel, daß die Dauer von 3, 4 bis 5 Stunden vorzuziehen sei, indem die Verkleinerung bedeutender, die Mischung inniger, der Kuchen dichter, und endlich eine mindere Quantität Wasser genügt, um die zum Körnen nöthige Consistenz zu geben.

Wenn die Substanzen schon einzeln verkleinert wurden, so braucht man bis zur Bildung des Kuchens weit weniger Zeit. In Frankreich wendet man diese Methode für das Jagdpulver an. Nachdem Schwefel und Kohle mit einander in Verkleinerungstonnen pulverisirt, und sodann mit dem Salpeter in Mischtonnen gemengt sind, wird die ganze Masse mit 4 Procent Wasser unter den Mühlsteinen durch 2 Stunden bearbeitet. Die danach gekörnte Masse wird neuerdings zerrieben und mit derselben Menge Wasser wieder durch 2 Stunden der Bearbeitung unter den Mühlsteinen ausgesetzt, worauf neuerdings Körnung und Behandlung zwischen den Preßcilindern erfolgt. Nach diesem wird mit dem Pulver erst die für den Gebrauch bestimmte Körnung und Glättung vorgenommen, wie es im Folgenden erklärt wird.

282. Eine andere Methode des Mengens, welche sich zwar nicht bewährt hat, verdienet doch ihrer sinnreichen Anordnung wegen hier erwähnt zu werden. Jede der drei für sich gekleinten und gesiebten Substanzen befindet sich in einem eigenen Trichter, dessen untere Oeffnung durch eine cilindrische scharfe Bürste, die sich um ihre Achse dreht, geschlossen ist. Bei dieser Drehung der Bürsten um eine gemeinschaftliche Achse streift jede eine gewisse Quantität der im Trichter befindlichen Substanz auf ein gemeinschaftliches Band ohne Ende, von wo sie auf diese Art gemischt in einen gemeinschaftlichen Kasten fallen. Um das Verhältniß der Quantitäten zu erzielen, sind entweder die Querschnitte der Oeffnungen in dem nothwendigen Verhältnisse, z. B. 6:1, für die zwei Trichter, die Salpeter und Kohle enthalten, oder man sucht bei gleichen Trichteröffnungen durch verschiedene Umdrehungszeiten denselben

Zweck zu erreichen. Um die Mengung noch inniger zu machen, brachte Congreve, von dem diese Anordnung herrührt, die ganze Masse abermals in einen Trichter, und ließ dieselbe nochmals durch eine Bürste herausstreifen, in ein Sieb bringen, und daselbst durchpassiren.

Zuletzt soll noch der Methode, die Mengung auf nassem Wege zu bewerkstelligen, gedacht werden, die bei den asiatischen Völkern von jeher gebräuchlich gewesen zu sein scheint, und welche Cossigny zuerst in Europa angewendet hat. Der Salpeter wird in Wasser aufgelöset und Schwefel und Kohle, nach der gewöhnlichen Art gemengt, hinzu gegeben. Man erhitzt nun die Masse unter Umrühren so lange, bis sie etwa noch 15 Procent Wasser enthält, läßt sie erkalten, wobei sie noch 10 Procent verliert, und bringt sie zur Verdichtung in Stampfmörser oder unter die Walzmühlen, wonach sie gekörnet wird. Man soll dadurch sehr viel Zeit und Arbeit gewinnen, vor Gefahr sicher sein und ein in feuchten Räumen sich besser haltendes Pulver erhalten. Nach Hptm. M. Meyer's wiederholt angestellten Versuchen bewährt sich dieses jedoch nicht. Nach dessen Angabe kann wohl auch auf diese Art Pulver bereitet werden, welches zwar luftbeständiger sein dürfte, da die Poren der Kohle besser verschlossen werden, keineswegs aber die Dichtigkeit des gewöhnlichen erreichet; Ersparung an Arbeit sei nicht dabei, indem nur allein das Verkleinern des Salpeters wegfällt, aber nach der neuen Läuterungsart ohnedieß unnöthig wird. Der Gewinn an Stampfzeit geht ebenfalls wieder verloren durch das Einrühren von Schwefel und Kohle in dem gelösten Salpeter.

γ. Körnen und Sortiren.

283. Weder in Form des Staubes, noch in größeren Stücken oder Kuchen kann das Pulver verwendet werden, sondern nur in der Form von mehr oder weniger großen Körnern, die früher bloß eckig, gegenwärtig auch rund dargestellt werden, was die Operation des Körnens ausmacht. Hiedurch wird nicht nur das Mischungsverhältniß der drei Bestandtheile sicherer beibehalten, als es bei Anwendung des Pulvers in Staubform der Fall sein würde, wo durch das Schütteln auf Transporten am Ende doch zu befürchten bleibt, daß die Bestandtheile einigermaßen nach ihrer Dichtigkeit sich lagern würden, sondern man erhält auch den Vortheil der bessern Conservirung, indem die Anziehungsfähigkeit des Pulvers für Feuchtigkeit im gekörnten Zustande viel kleiner ist, als in Staubform, so wie auch die der mindern Gefährlichkeit auf Transporten u. dgl., da durch das Körnen das Durchstäuben durch Säcke und Fässer verhüthet wird.

Nebst dem tritt durch die Körnerform die Möglichkeit der hinlänglich raschen Verbrennung des Pulvers ein, dieser Hauptbedingung für die Wirksamkeit desselben, indem die Flamme von dem zuerst entzündeten Theile schnell durch die hinlänglich großen Zwischenräume der übrigen Pulvermasse durchzudringen im Stande ist, während dieß bei locker zusammengehäuftem Staube viel schwerer und daher erst nach längerer Zeit erfolgt, bei dicht gepreßten Kuchen aber nur ganz langsam, schichtenweise, statt finden kann.

284. Die gewöhnliche Methode, das Pulver zu körnen, besteht darin, daß die erhaltene Masse, so wie sie aus der Kornstampfe kommt, mit Handhämmern zerschlagen, und dann durch Rohr-, Leder- oder Pergamentsiebe durchgedrückt wird. Es befindet sich nämlich über einem länglichen Kasten ein hölzerner Rahmen mit drei neben einander befindlichen Sieben, Schrotsiebe, in welche die gröblich verkleinerte Pulvermasse gegeben wird. Auf dieselbe kommt eine linsenförmige Scheibe vom harten Holz (zuweilen auch mit Blei beschwert), durch deren Gewicht bei der zweckmäßig vorgenommenen Bewegung des Rahmens mit den Sieben, die Stücke in kleinere Theile zerbrochen und in Gestalt verschieden großer eckiger Körner durchgedrückt werden. Zur Erleichterung des Arbeiters, der die zweckdienliche Bewegung der Siebe zu machen hat, hanget der sie aufnehmende Rahmen an zwei Schnüren und an einer Stange. An manchen Orten bedient jeder Arbeiter nur ein an einer Schnur hangendes Sieb, an andern sind die Siebe mehrfach, so daß unter dem besprochenen Schrotsiebe, sogleich Sortirsiebe angebracht sind. Die Sortirung des Kornes geschieht durch eigene messingdrahtene Siebe mit einer bestimmten Anzahl Oeffnungen auf den Quadratzoll, die den Namen Probmustersiebe führen, und zwar:

Nr. 1	für	Scheibenpulver,	mit	1225	Oeffnungen, aus Draht Nr. 10.
» 2	»	Stuckpulver,	»	289	» » » » 3.
» 3	»	Musketenpulver,	»	529	» » » » 7.
» 4	»	Mittelsieb,	»	441	» » » » 6.
» 5	»	Sieb zur Absonderung des zu großen Kornes,	»	121	» » » » 6.

Das feinste Korn, welches durch das Sieb Nr. 1 gegangen ist, hat auch den Pulverstaub mitgenommen, daher es in das Staubsieb gebracht werden muß, wo der Staub durchgehet, das gekörnte Pulver aber liegen bleibt.

Die Anwendung der genannten Siebe ist aus folgender schematischer Darstellung ersichtlich.

- Alles entstandene Korn kommt in das Sieb Nr. 2.
  - Das liegen gebliebene in Nr. 5.
    - Liegen gebliebenes: zu grobes Korn.
    - Durchgegangenes: echtes Stuckkorn 66.67 } Stuckpulver.
  - Das durchgegangene in Nr. 3.
    - Das liegen gebliebene in Nr. 4.
      - Liegen gebliebenes: grobes Mittelkorn . . . 33.33 } Stuckpulver.
      - Durchgegangenes: feines Mittelkorn . . . . 20 } Musketenpulver.
    - Das durchgegangene in Nr. 1.
      - Liegen gebliebenes: Musketenkorn . . . . .60 } Musketenpulver.
      - Durchgegangenes: Scheibenkorn . . . . .20 } Musketenpulver.

Da man aus diesen verschiedenen Korngattungen nur zweierlei Pulversorten darstellen will, so wird ein Theil grobes Mittelkorn mit zwei Theilen echtem Stuckkorne zu Stuckpulver zusammengesetzt; ferner ein Theil feines Mittelkorn und ein Theil Scheibenkorn, geben mit drei Theilen Musketenkorn das gebräuchliche Musketenpulver. Für das Sprengpulver besteht keine solche Sortirung; die Kornmischung bleibt so, wie sie sich durch das Kleinen ergibt, nur das als Scheibenkorn durchgehende wird abgesondert.

285. In Frankreich geschieht das Körnen auf ähnliche Art; auch hier hat man Schrotsiebe, in denen durch linsenförmige Scheiben die Zertheilung der Masse vorgenommen wird; ferner Kornsiebe, in denen man den zu großen Körnern die zweckmäßige Größe zu geben sucht, daher auch bei diesen noch die erwähnten Scheiben zur Zertheilung der zu großen Körner in Anwendung kommen. Endlich wird durch ein Staubsieb, dessen Boden ein dichtes Haargewebe ist, das Korn vom Staube befreit und durch Scheidesiebe das Sortiren der verschieden großen Körner vorgenommen. Die Schrot- und Kornsiebe haben 60 Centimeter inneren Durchmesser. Sie sind kreisrund, haben einen Boden, welcher aus einem mit Löchern versehenen Felle bestehet, und sind im Uebrigen wie gewöhnliche Siebe gebildet. Die Felle sind Schwein- oder Kalbfelle. Ihre Löcher, die mit Hilfe von Maschinen gestochen sind, haben folgende Dimensionen:

Grobes Schrotsieb	10	Millim.
Mittleres »	5	»
Feines »	4	»
Kornsieb zu Bergwerkspulver	4	»
» » Kriegspulver	2.5	»
» » feinem Pulver	1	»
» » feinstem Pulver	0.5	»

Die Scheibe, mit der die Masse durch die Siebe getrieben wird, ist linsenförmig, aus Guajakholz, oder einem andern harten Holze. Sie muß 21 Centimeter zum Durchmesser haben, und eine Dicke von 55 Millim. in der Mitte und 45 am Umfange. Der Vorgang hiebei ist folgender: An der Wand des Kornhauses stehen rund herum Korntröge, offene hölzerne Kästen, die von zwei zu zwei Meter durch Scheidewände getrennt sind, wodurch der Platz des Arbeiters begrenzt ist. Dieser Arbeiter nimmt eine Portion der ganzen Masse, bringt sie in das Schrotsieb, legt die Scheibe oder Linse darüber, und ertheilt nun dem Siebe, welches auf eine Kante einer viereckigen Latte über dem Korntroge aufgestellt wird, eine solche Bewegung, daß die Scheibe sich um ihren eigenen Mittelpunkt drehend, schnell um den Umfang des Siebes läuft. Die durch diese Bewegung der Scheibe zertheilten Massen fallen in Körnern in den Trog. Dieses Verfahren ist dasjenige, welches zur Darstellung des Kriegspulvers angewendet wird. — Anders ist der Vorgang bei der Darstellung des Jagdpulvers. Der Apparat hiezu besteht aus einem mehrfachen Siebe, das aus einem Schrotsiebe, Kornsiebe und einem Staubsiebe zusammengesetzt ist. Ein Trichter führt nämlich durch einen Schlauch von weichem Leder, der durch die Vibrationen einer Maschine erschüttert wird, die Satzstücke in ein solches zusammengesetztes, durch die Maschinerie im Kreise bewegtes Sieb. Der oberste Theil desselben ist das Schrotsieb mit seiner linsenförmigen Scheibe, worin die bekannte Wirkung vor sich gehet. Das geschrotene Pulver fällt in das 3 Centimeter unterhalb sich befindliche, messingdrahtene Kornsieb, welches die guten Körner und den Staub auf das dritte, eben so weit darunter befindliche Seidensieb durchgehen läßt, die zu großen Körner aber zurückbehält. Diese treffen nun in ihrer Bewegung vermöge der Centrifugalkraft an dem Umfange des Siebes eine nach aufwärts steigende löffelartige Bahn von Kupfer, durch welche sie in das Schrotsieb aufsteigen, und von neuem die Einwirkung der Scheibe erleiden. Der Staub fällt in einen unteren, ähnlichen Behälter, aus dessen Mitte er durch einen Schlauch in einen Kasten abgeführt wird. Das auf dem Seidensiebe zurückgebliebene gute Korn wird aus derselben Ursache, wie oben, nach dem Umfange geschleudert, findet an dem obern Theile des Siebrandes eine kupferne Zunge oder Schaufel ebenfalls der Rotationsbewegung entgegengestellt, durch welche es aufgehalten, in ein Loch und von da durch einen Schlauch in einen Kasten geleitet wird. Man erhält durch diese Einrichtung unmittelbar das Pulver in gut gekörntem Zustande, und von dem Staube geschieden, ohne daß eine andere Handarbeit dabei nöthig ist, als die Füllung der

Siebe und die Ausleerung der zwei Reservoirs, welche das Korn und den Staub enthalten. Acht solche zusammengesetzte Siebe sind auf einem kreisrunden horizontalen Rahmen von 2.5 Met. Durchmesser angebracht, der durch einen Krummzapfen von einem Wasserrade bewegt wird. 100 Kilogramme Kuchen geben 52 Kilogramme Korn. — Die von den Walzmühlen, Pressen u. dgl. geformten Kuchen sind so hart, daß sie nur schwer auf die besagte Weise mittelst Siebe gekörnt werden; man läßt sie daher mittelst hölzerner Hämmer zuerst zerschlagen, durch cannelirte Walzen zwischen Leinwand durchgehen, wodurch sie zerbrochen werden, wonach man das Körnen erst wie gewöhnlich mittelst Siebe vornimmt. — Congreve hat auch hier eine Maschine vorgeschlagen, die aus zwei Paar Walzen bestehet, welche mit Zähnen versehen sind. Eine Leinwand ohne Ende führt aus einem Nebenzimmer die dünnen, nur in Stücke zerschlagenen Kuchen zwischen das erste Paar, welche die Bestimmung haben, ein Zerbrechen dieser Stücke in kleinere Theile zu bewirken. Von da gelangen diese Fragmente wieder durch eine Leinwand ohne Ende, oder auch durch ein schräges Sieb zwischen das zweite Paar Walzen mit ähnlicher Einrichtung von Zähnen, aber von kleineren Zwischenräumen. Hier werden sie in Körner gebrochen und kommen in über einander gestellte Siebe, wodurch sie sortirt werden.

Eine ganz eigenthümliche, in le Bouchet eingeführte Körnvorrichtung ist eine Trommel, die man Ecureuil nennet; die eine Gattung derselben, welche die Bestimmung für die Stampfmühlmassen oder Walzmühlkuchen hat, ist eine aus einem Metalldrahtgitter verfertigte cilinderförmige Hülse, die sich um ihre Achse dreht. Mittelst eines Trichters werden die Satzstücke an der einen der flachen Seiten des Cilinders eingetragen, und von 20 hölzernen, 3 bis 4 Centimeter im Durchmesser habenden Kugeln zerschlagen; die Körner fallen durch die siebförmige Wand. Für die härtern Kuchen (der Preßcilinder) hat der Apparat eine andere Einrichtung; er besteht in diesem Falle aus einer Trommel von 3.4′ Durchmesser, deren Umfang aus einzelnen, stückweise einzusetzenden Siebrahmen zusammengesetzt ist. In dieser Trommel befindet sich ein zweiter Cilinder oder Käfig, der nur aus hölzernen, an den Seitenwänden des größern eingesetzten Stäben gebildet ist, deren Zwischenweite 2 bis 3 Millimeter beträgt. — Durch eine runde Oeffnung an der einen Seite der Trommel wird mittelst eines krummen, vertical aufsteigenden Trichters entweder unmittelbar oder durch ein Schüttelwerk, wie bei Mahlmühlen, der in Stücke zerschlagene Pulverkuchen in den Raum des innern Cilinders geführt. Dort werden sie bei der Umdrehung der Trommel durch 8 bis 10 Kilogr. Zinnkugeln (in der Größe einer Ge-

wehrkugel) an den hölzernen Stäben zerschlagen, kommen in kleinerer Form auf das Drahtnetz, welches die Wand der Trommel bildet, und fallen als feineres Korn und Staub durch dieses hindurch auf mehre schräg gestellte und durch dieselbe Maschinerie bewegte Siebe, wodurch die Körner sortirt, und der Staub abgesondert wird. Die Stücke, welche noch zu groß sind, um durch das Metallnetz zu fallen, werden durch eine kupferne schräge Bahn, die vom innern Käfige bis an die Wand der größern Trommel reicht, und der Drehungsrichtung der Trommel entgegengesetzt liegt, in diesen Käfig zurückgeführt und dort weiter gekleinet. Die ganze Trommel ist mit einem hölzernen Gehäuse umgeben; sie macht in der Minute 30 Umdrehungen, und kleinet in 24 Stunden 100 Kilogramme Jagd- oder 500 Kilogramme Kriegspulver.

286. Alle eckige Körner können durch die folgende Arbeit des Glättens auch rund gemacht werden. Unmittelbar ganz runde Körner erhält man nach der von Champy angegebenen Methode auf folgende Art. Eine hölzerne um ihre Achse bewegliche Trommel, welche die besondere Einrichtung hat, daß aus einem damit in Verbindung stehenden Gefäße Wasser in Form eines sehr feinen Regens durch eine kupferne Röhre einzudringen im Stande ist, wird mit sehr feinen Körnern, die von einer frühern Operation zurückgeblieben sind, gefüllt und sodann, während sie gedreht wird, Wasser eintreten gelassen; sind jene Körner alle benetzt, so trägt man unter fortwährendem Drehen der Trommel Pulversatz als Staub ein; die benetzten Körner wälzen sich darin, und vergrößern sich. Durch Verlängerung der Zeitdauer der Operation könnte man sehr voluminöse Körner bilden, allein man unterbricht dieselbe, sobald sie die erforderliche Größe erlangt haben. Die so erhaltenen Körner sind sphärisch, aber keineswegs gleich groß. Durch eigends dazu construirte Siebe sondert man den Staub und das feine Korn, welche beide durchfallen, von dem guten, und dieses sodann von dem zu groben Korne oder den Stücken, welche neuerdings gepulvert werden. Auch das feine Korn und den Staub sondert man auf gleiche Weise von einander; letzterer kommt von neuem unter das zum Körnen bestimmte Gemenge, ersteres dagegen, welches nur vergrößert zu werden braucht, um zum guten Korne zu werden, wird unter dem Namen Kern zur folgenden Körnung zurückgebracht, wo es die Körnung beschleunigt.

In der Schweitz, wo die in den Hammermühlen gestampfte Masse in nußgroßen Stücken herauskommt, geschieht die Operation des Körnens in Sieben auf ähnliche Art, wie oben erwähnt wurde. Um das Korn rund zu machen, wird es in Säcke von folgender Einrichtung gebracht; an einer hohlen Achse a, Fig. 34, sind zwei mit Nuten versehene Scheiben b befind-

lich, über welche trommelartig ein Sack c, der mit einem an der Seite befindlichen Schlauche d versehen ist, gespannt wird. Dieser letztere dient dazu, das Pulver einzufüllen und auszuleeren. Nachdem das Füllen beendigt ist, schlägt man den Schlauch um die Trommel herum. Sowohl der Sack, als der Schlauch sind aus einem groben baumwollenen Zeuge (einer Art sehr dichtem Barchent) angefertigt. Uebrigens wäre es für das Füllen und Entleeren bequemer, das Schießpulver durch eine runde oder eckige Oeffnung, welche man in einer der hölzernen Scheiben der Trommel anbrächte, in diese einzufüllen, indem der Schlauch nicht ohne Schwierigkeit um den Sack fest gemacht werden kann. Um diese Säcke zu rollen, und dadurch das Korn des Pulvers rund zu machen, ist folgende Einrichtung getroffen. Ein verticaler Wellbaum, Fig. 35, welcher seine Bewegung durch ein Wasserrad erhält, gehet aus dem unteren Theile des Gebäudes durch den Boden in das obere Stockwerk und durch eine mit Leisten r speichenartig versehene Scheibe p. Ober derselben gehet quer durch den Wellbaum eine eiserne Achse tt, hindurch; an jeder Hälfte derselben wird einer der oben beschriebenen Säcke mit seiner als Achse dienenden Hülse angesteckt, wodurch diese Säcke bei Rotirung des Wellbaumes, da die Scheibe für sich unbeweglich ist, auf den Leisten derselben fortgerollt werden. Ein und eine halbe Stunde reichen hin, das Korn abzurunden, welches durch diese Operation auch schon den Anfang einer Glättung erleidet. Von da kommt das entleerte Korn zurück in das Körnhaus, wo es ausgesiebt wird, um es von dem vielen Staube zu befreien, der sich bei dieser Operation bildet. In kleinen Fabriken füllt man Säcke von dichtem Gewebe mit 3 bis 5 Pf. eckig gekörnten Pulvers, und bindet dieselben sehr nahe an der eingefüllten Masse zu, aber ohne selbe zusammen zu drücken; dann rollt man dieselben, beide Hände darauf stützend, auf einer Tafel herum. So oft die Masse in dem Sacke locker wird, muß durch das Zurückführen des Bundes abgeholfen werden.

δ. Glätten oder Poliren des Pulvers.

287. Die folgende Operation, die mit dem Pulver vorgenommen wird, ist das G l ä t t e n oder P o l i r e n. Dieses geschieht, theils um es dichter zu machen, theils aber und vorzüglich, um ihm die rauhe Oberfläche zu nehmen, die scharfen splitterigen Kanten und Ecke abzustumpfen, und wenn es gefordert wird, sogar das eckige Pulver rund zu machen. Eine Vergrößerung der Dichte kann nur in so weit erfolgen, als diese Operation mit einem in feuchtem Zustande befindlichen Pulver vorgenommen wird, in welchem es noch einer Zusammendrückung fähig ist; übrigens soll nach Erfahrung in Eng-

land auch die Dichte von ganz trockenem Pulver vermehrt werden, daher man auch durch das Poliren die vorgeschriebene Dichte zu erreichen sucht, wenn sie nicht vorhanden wäre. Mehr in Betrachtung hiebei kommt der Nutzen, welcher durch den Verlust der rauhen Oberfläche herbeigeführt wird, indem das Pulver hiedurch weniger empfindlich für die Feuchtigkeit der Atmosphäre und minder geeignet ist, Staub abzusetzen. Aus dieser Ursache conservirt sich auch polirtes Pulver besser, als unpolirtes, so wie es auch gefahrloser zu transportiren ist; hingegen verliert es durch das Poliren einen Theil seiner Entzündlichkeit, und damit auch an Wirksamkeit. Hptm. M. Meyer führt in seinen Vorträgen über Artillerietechnik die Erfahrung an, nach welcher Pulver aus Kuchen gebildet und unpolirt, 98 Ellen weit warf, im polirten Zustande aber nur 75; Pulver dagegen, unpolirt längere Zeit aufbewahrt, verliert durch den größeren Einfluß, den es gegen polirtes durch die Feuchtigkeit erleidet, diesen Vorzug der größeren Entzündlichkeit. So heißt es eben daselbst, daß nach einer 36jährigen Aufbewahrung unpolirtes Pulver nur eine Wurfweite von 36, hingegen polirtes von 42 Ellen gegeben habe. Ferner hat man durch das Poliren eine nicht unbedeutende Vermehrung an Arbeit und Gefahr, so wie auch der Verlust an Staub größer ist; dessen ungeachtet hat man es für das Jagdpulver überall, für das Kriegspulver aber in Oesterreich, Sachsen, Schweden und England beibehalten, in Frankreich und Rußland nicht.

288. Das Poliren geschieht in sogenannten Roll- oder Polirfässern. In Oesterreich kommen in ein derlei (gegenwärtig ungefüttertes, früher mit Blei ausgefüttertes) Rollfaß 250 Pf., und zwar $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ durch Sonnenwärme oder in einem auf 20° R. geheitzten Raume abgetrockneten Pulvers mit Zusatz von $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ ungetrockneten von derselben Gattung. Mehre solche Fässer werden, Fig. 32, mittelst der durch sie durchgehenden Achse durch eine vom Wasser bewegte Maschine Anfangs langsam, dann schneller umgedreht. Gegen Ende (nach 6 bis 10 Stunden) vermindert man wieder die Geschwindigkeit.

Es ist wichtig, die Ladung des Polirfasses festzusetzen, indem die Körner nicht hinlänglich über einander rollen, und sich an einander abschleifen können, wenn es zu voll ist. Die Wirkung wird daher auch desto größer sein, je mehr freier Raum im Fasse ist, daher man dieselben nicht mehr als $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ füllt. In Frankreich wird das ebenfalls in dünnen Schichten durch Sommerwärme übertrocknete Pulver zu 100 Kilogr. in Fässer von 16 Decim. Länge und 12 Decim. Durchmesser durch eigene wohl verschließbare Oeffnungen gegeben. In der Mitte des Fasses geht eine

Achse durch, und in einer Entfernung von 12 Centim. parallel mit derselben viereckige Latten von 6 Centim. Dicke, um die reibende Oberfläche, über welche das Pulver sich bewegen muß, noch zu vermehren (Fig. 32). Das Faß erhält sodann eine langsame Bewegung (zehnmal in der Minute), damit die Pulverkörner nur an einander hingleiten, nicht aber heftig und stoßweise an einander gewälzt werden. Die Masse erwärmt sich auf 40 bis 48°. Nach 8 bis 10 Stunden hat das Pulver einen matten Glanz erlangt, der als der beste betrachtet wird. Man beendet daher die Operation, öffnet die Löcher, und läßt das Pulver in darunter stehende, mit Tüchern belegte Kästen fallen. Ein längeres Drehen, wovon größere Glätte und eine Art von Metallglanz, aber auch ein größerer Verlust an Entzündlichkeit die Folge wäre, ist nicht erlaubt. Der während dieser Operation sich abschleifende Staub hängt sich an den Wänden des Fasses an, und löset sich nach und nach von selbst in Rinden ab. Man soll ihn nicht wegbrechen nach den einzelnen Operationen, weil er zur Schönheit des Pulvers beitragen soll.

Zu le Bouchet ist die Dauerzeit des Polirens auf 36 Stunden festgesetzt, und zwar macht man durch die ersten zwölf Stunden 9 bis 10 Umdrehungen in der Minute, durch die folgenden zwölf 30, und endlich im letzten Drittel der Zeit vermindert man die Geschwindigkeit immer mehr und mehr.

In England dreht man für das ganz feine Jagdpulver zwei Stunden langsam, dann fünf Stunden rasch, mit 38 Umdrehungen in einer Sekunde, dann drei Stunden mit 20 Umdrehungen, endlich noch zwei Stunden ganz langsam, bis es von dem früheren raschen Umdrehen völlig abgekühlt ist, weil es sonst, noch warm an die Luft kommend, seinen schönen Glanz verlieren würde. Früher gab man daselbst zuweilen etwas Graphit in die Polirtonnen, was auch in den Niederlanden für das Büchsenpulver noch jetzt gebräuchlich ist; das Pulver erhält dadurch wohl einen schönern Glanz, als durch das bloße Rollen zu erreichen ist, nur geht hiedurch noch mehr die Entzündlichkeit verloren. — Die oben erwähnte Zunahme der Dichte durch das Poliren wurde in le Bouchet wie folgt, beobachtet.

Dichte	des Kornes	vor dem Poliren			. . . .	0·810
»	»	»	nach 4	Stunden	Dauerzeit	0·833
»	»	»	» 8	»	»	0·846
»	»	»	» 20	»	»	0·869
»	»	»	» 25	»	»	0·78
»	»	»	» 30	»	»	0·889
»	»	»	» 42	»	»	0·893

ε. Trocknen des Pulvers.

289. Das Pulver, es mag polirt oder nicht polirt worden sein, muß getrocknet werden; dieses kann auf zweierlei Art geschehen, entweder im Freien an der Luft, oder durch künstliche Wärme in geschlossenen Räumen. Im ersten Falle hat man einen gegen Mittag gelegenen Platz, welcher gegen

die Seite des herrschenden Windes durch eine Mauer geschützt, auch von aller Communication abgeschlossen ist, um Verunreinigung durch Staub zu vermeiden. Das Pulver wird bei windstillem Wetter, sobald die Sonne über den Horizont und die Feuchtigkeit der Nacht abgetrocknet ist, auf eigenen Tischen, über welche Trockentücher befestigt werden, in sehr dünnen Schichten von höchstens 1½ bis 2 Linien ausgebreitet. Die Oberfläche wird nach einer Stunde umgewendet, indem man mit einer Krücke darüber fährt, was nach jeder Stunde wiederholt wird; nach sechs Stunden wird aber die ganze Masse auf die Art umgewendet, daß man sie durch Aufhebung des Trockentuches in der Mitte zusammenhäuft, und hierauf neuerdings mit Krücken ausbreitet. An manchen Orten schützt man das Pulver gegen die Sonnenstrahlen, an andern aber setzt man es unmittelbar der Einwirkung derselben aus. Ein mit seiner Kugel in das Pulver eingesenktes Thermometer zeigt im letzteren Falle 48° und das Trocknen ist nach vier Stunden vollendet, während es im ersteren ungefähr 9 Stunden braucht, und das Thermometer hiebei nur 20° zeigt. In manchen Pulverfabriken befinden sich eigene derlei Trockenanstalten mit Dächern, die weit über die Seitenwände hervorragen, um gegen schief auftreffenden Regen zu sichern. Die Dächer richtet man ferner zum Aufschlagen oder Ziehen mit Schnüren ein, und belegt den Boden, um dessen Feuchtigkeit unwirksam zu machen, entweder mit einer Art Bergtheer, oder man bringt zwei Böden über einander an, um der Luft ein freies Durchstreichen zu gestatten.

290. Ist man in der Fabrication nicht gedrängt, und hat man hinlänglich Raum, ist überdieß die Jahreszeit die günstige, so ist das Trocknen an der Luft dem folgenden durch künstliche Wärme vorzuziehen, indem das Pulver desto sicherer seine Festigkeit und Dichte beibehält, während bei künstlicher Wärme, bei etwas zu hoch gesteigerter Temperatur, besonders zu Anfang der Operation die gewaltsame Entweichung des Wassers durch die übertrocknete und hart gewordene Rinde nothwendiger Weise den Zusammenhang des Kornes stört, so seine Festigkeit und Dichte mindert, seine Fähigkeit Wasser aufzunehmen aber vermehrt, welches die Hauptursache der später eintretenden Verschlechterung des Pulvers ist. Bei zu rascher Trocknung kann es sogar geschehen, daß das davon gehende Wasser Salpeter mit an die Oberfläche nimmt, wodurch die Körner sodann zusammenbacken, was bei unpolirtem Pulver um so leichter erfolgt. Es ist daher in jedem Falle am besten, daß die Feuchtigkeit des Pulvers schon bei derjenigen Operation, wo es dauernde Verdichtung erhält, so viel als möglich fortgeschafft werde. Je größer übrigens das Korn, desto langsamer muß das

Trocknen vor sich gehen, und dieses noch um so mehr, je ungeschwächter man demselben die gegebene hohe Dichtigkeit und die starke Politur erhalten soll, welche letztere nur zu leicht durch Trocknen leidet.

Ein Nachtheil übrigens, der mit der vorerwähnten ersten Art verbunden ist, bleibt das sehr veränderliche Resultat des Trocknens, da es mit dem hygrometrischen Zustande der Luft zusammenhängt. Nach der zweiten Art, deren man sich übrigens in jeder Jahreszeit, und bei jedem Wetter bedienen kann, und durch welche man die Trocknung in jedem Falle vollständig erreicht, wird das Pulver auf Gestellen in einem Zimmer (Dörrstube) ausgebreitet, indem entweder ein mit einem Mantel oder Schirm umgebener Ofen geheitzt wird, oder die Heitzung mittelst erwärmter Luft oder Wasserdampfes eingerichtet ist. Letztere Methoden gewähren bei weitem größere Sicherheit gegen mögliche Unglücksfälle. Ein Thermometer zeigt den Grad der Temperatur an, der nicht überschritten werden darf; an manchen Orten läßt man sie auf 40 bis 50° steigen. Wenn keine eigentliche Ventilationsvorrichtung vorhanden ist, so muß wenigstens von Zeit zu Zeit das Oeffnen von Abzuglöchern oder der Fenster veranlaßt werden.

Während des Trocknens bildet sich immer eine gewisse Quantität Staub, den man mittelst Sieben entfernen muß, ehe man das Pulver zur Aufbewahrung bringt. Dieser Staub, so wie jener, welchen man bei dem Körnen und Aussieben früher erhalten hat, wird zweckmäßig unter einander gemengt, befeuchtet und der Operation des Stampfens unterworfen, um daraus wieder festes Korn zu bekommen.

In England werden die Trockenhäuser mit Dampf geheitzt. Aus dem Dampfkessel führt eine große Röhre den Dampf über dem Boden in das gemauerte Trockenhaus, theilt sich daselbst in zwei Zweige, welche nach den langen Wänden des Gebäudes in mehrfacher paralleler Schichtung hin und her aufsteigen, indem je zwei gerade Röhrenstücke durch ein halbkreisförmiges verbunden sind, und endlich in den Schornstein münden. Neben diesen Röhrenschichten sind vier hölzerne Gerüste so lang als die Röhren, und mit mehren Fächern versehen, auf welche 36″ lange und 20″ breite Rahmen mit Etamin aufgeschoben werden. Man bringt die Rahmen mit feuchtem Pulver zuerst auf die obersten Fächer, und geht dann in dem Maße, als das Pulver allmälich trocknet, immer tiefer herunter. Die Regulirung der Temperatur wird durch mehr oder weniger enges Verschließen der Heitzröhren beim Eintritte in das Trockengebäude bewerkstelligt. In den vorzüglichsten Fabriken hält man die Temperatur constant auf 40°; in andern heitzt man die ersten 24 Stunden bis 15° und die nächsten 14 auf 40°,

wonach man die Temperatur langsam sinken läßt. Auch noch die ältere Methode des Trocknens ist dort für Kriegspulver in Gebrauch, nämlich in großen kupfernen Schalen. Eine solche Schale bildet den oberen Boden eines Gefäßes, in welches man Wasserdämpfe aus einem entfernten Dampfkessel leitet. Die Temperatur ist zwischen 43 und 60°. Das Gefäß, zu dem die Kupferschale den oberen Boden bildet, ist von Holz, oder auch ein gemauerter und mit Lehm und Kohlenpulver bekleideter Behälter.

In Frankreich hat man Ventilations-Trockenapparate. Die Luft wird in die Wärmstube gedrängt, und von da empfängt sie der Trockenkasten oder der Raum mit den Trockentischen, in welchen sie durch die auf Tüchern sehr dünn ausgebreiteten Schichten des Pulvers dringen muß. Die Trockentische sind über Gestelle angebrachte Rahmen, die mit Drahtnetzen überspannt und mit Etamin überzogen sind. Die Luft tritt von unten zu, und gelangt endlich mit Wasserdampf geschwängert in die freie Atmosphäre. Von besonderem Vortheile ist es, wenn dieselbe durch einen mit Trocknungsmitteln ausgefüllten Kanal, als mit Stücken von lebendigem Kalke, wieder in die Wärmstube und von da neuerdings in die Trockenkammer zurückgeführt wird. Derlei Trocknungsmittel bedient man sich auch in einigen Anstalten, ohne daß die Luft eigens hiezu erwärmt wird. Der Vortheil dieses Trocknungsmittels spricht sich besonders dann aus, wenn dem weiteren Absatze des Kalkes, welcher durch diese Absorption der Feuchtigkeit keine nachtheilige Einwirkung für den Gebrauch erlitten hat, kein weiteres Hinderniß im Wege steht.

Zuletzt muß noch einer Vorsicht erwähnt werden, die in allen derlei Trocknungsanstalten nicht außer Acht gelassen werden soll, nämlich die Glasscheiben der vorhandenen Fenster mit einem dünnen Ueberzuge einer Farbe zu versehen, um Entzündungen zu verhüten, die durch eine brennglasartige Wirkung von Blasen oder Zellen im Glase bei directem Sonnenscheine verursacht werden könnten.

Das auf die angeführte Art fertig gemachte Pulver wird nun in Oesterreich in 36″ lange Säcke von Drillich zu zwei Centner gefüllt, indem sie in ein Faß eingehängt, und über dessen Rand umgeschlagen sind, wonach sie oben zugebunden und die Fässer zugeschlagen werden. Diese Pulverfässer haben 27″ Höhe und 22″ im größten Durchmesser, bestehen aus 23 Dauben und 2 Böden (aus 2 bis 3 Stücken) mit 12 hölzernen Reifen. Man hat auch eincentnerige Fässer, jedoch selten, welche 23″ hoch sind und 17″ Durchmesser am Bauche haben. — In Frankreich schüttet man das Kriegspulver zu 50 Kilogramme ohne besondere Umhüllung in ein Faß, setzt dasselbe aber in ein zweites Faß ein, das man Kappe (chape) nennt. Ist aber diese Gattung Pulver für die Marine bestimmt, oder will man Bergwerkspulver weiter transportiren, so bedient man sich überdieß eines Sackes, in welchen das Pulver gefüllt wird; auch bei Jagdpulver bedient man sich desselben jederzeit. — In England füllt man die Fässer, welche doppelten Boden und kupferne Reife haben, nur zu $^{9}/_{10}$ des ganzen Raumes voll, in der Meinung, daß das Pulver durch das Umherrollen derselben mehr

vor dem Zusammenballen gesichert werde, daher diese Bewegung auch alljährlich auf dem mit starkem Sohlenleder belegten Fußboden des Magazines vorgenommen wird. — Auf Schiffen hat man das Pulver in kupfernen Behältern von parallelepipedischer Form, welche in hölzerne, durch kupferne Schrauben zusammengehaltene Kästen eingesetzt werden. Auch bei der französischen Marine wurden derlei kupferne Kästen schon versucht. Man hat dabei die Beobachtung gemacht, daß das Pulver bei längerer Aufbewahrung in denselben dergestalt zersetzt werde, daß sich eine Kruste von Schwefelkupfer bilde, daher Oberflächen von Zink oder Zinn vorzuziehen wären.

So verpackt wird das Pulver in Magazinen aufbewahrt, bei deren Einrichtung alle Vorsorge getroffen sein muß, um sie vor Aufnahme von Feuchtigkeit, so wie vor jeder andern gefahrbringenden Einwirkung zu sichern.

d. Eigenschaften des Pulvers. — Entzündung und Verbrennung desselben.

291. Das nach den beschriebenen Arten bereitete Pulver muß folgende Eigenschaften haben:

a. Eine vollkommen gleichförmige Schieferfarbe und den rechten Grad des Glanzes. Geht die Farbe ins Bläulichschwarze oder ganz ins Dunkle, so enthält es zu viel Kohle, oder es ist zu feucht. Eben so darf sich selbst an dem geriebenen Pulver, nicht die geringste Verschiedenheit der Farbe, auch nicht dem bewaffneten Auge zeigen, eben so dürfen sich nicht scharfe Theile wahrnehmen lassen, was auffallend, jenes auf ungleiche Mischung, dieses auf nicht hinlängliche Verkleinerung der Bestandtheile deuten würde. Einzelne schimmernde Punkte oder weißliche Flecke zeigen an, daß durch Feucht- und darauf folgendes Trockenwerden Salpeter aus dem Pulver effloreseirt sei, wodurch ebenfalls die gleichförmige Mischung gestört wäre.

b. Das Pulver darf nicht abfärben, wenn man es über die Hand oder einen Bogen Papier, oder ein glatt gehobeltes Brett rollen läßt. In diesem Falle würde entweder eine zu große Feuchtigkeit zu vermuthen sein, oder Beimengung von Mehlpulver.

c. Die Körner müssen die vorgeschriebene Größe haben, und darin nicht zu sehr verschieden sein. Bei einer bestimmten Menge von zweierlei Korn muß die rechte Menge eines jeden sich vorfinden.

d. Das Pulver muß die gehörige Festigkeit besitzen, beim Drücken mit der Hand knirschen, sich mit dem Finger auf der Hand nicht leicht zerreiben lassen.

e. Es muß die Dichte haben, welche vorgeschrieben ist, und darf endlich

f. nicht mehr als höchstens 0.02 Feuchtigkeit enthalten.

Die eben angeführten Punkte sind diejenigen, auf welche bei der Uebernahme des Pulvers gesehen wird, und welche den Gegenstand der mit dem Pulver vorzunehmenden oberflächlichen Prüfung ausmachen. So würde man durch die bloße Betrachtung des Pulvers in Bezug des ersten Punktes auf die Feinheit der Bestandtheile, Gleichförmigkeit und Innigkeit der Mischung einen Schluß machen können. Würde man ein danach gut erkanntes Pulver in einem kleinen Häufchen auf weißem Papier entzünden, so würde das schnelle Verbrennen desselben unter gerade aufsteigendem Rauche, ohne einen Rückstand zu lassen, eine Bestätigung für die erstgefaßte Meinung sein; denn schwarze Flecke, die zurückbleiben, deuten auf zu viel oder auf schlecht eingemengte Kohle, so wie bei gelben Flecken derselbe Fall mit Schwefel wäre. Bleiben selbst Körner unverbrannt zurück, so wäre es Folge von schlechter Mengung oder von unreinem Salpeter, in welch letzterem Falle sie sich nicht weiter entzünden lassen. Auch Löcher dürfen nicht in das Papier gebrannt sein, was nur bei feuchtem oder sonst schlechtem Pulver der Fall ist. — Soll bezüglich des zweiten Punktes die Menge des beigemengten Mehlpulvers richtig angegeben werden, so müßte die Untersuchung durch Aussieben mittelst des Staubsiebes geschehen, so wie auch durch die bestimmten Siebe die Menge der verschiedenen Korngattungen ausgemittelt werden könnte, um der dritten Forderung Genüge zu leisten. — In Bezug der Festigkeit ist zwar kein eigentlicher Maßstab angegeben; um jedoch mit etwas größerer Sicherheit, als nach der oben angegebenen Untersuchung, Zerdrücken mit der Hand, vorzugehen, so kann man eine gewisse Menge Pulver in dem Polirfasse eine bestimmte Zeit mit einer festgesetzten Geschwindigkeit behandeln; das dabei festgebliebene Korn, durch Staubsiebe von dem entstandenen Mehlpulver getrennt und gewogen, würde bei stets gleichem Verfahren einen sichern Ausspruch in dieser Beziehung erlauben.

292. Die Dichte des Pulvers kann in zweifachem Sinne genommen werden, entweder mit Berücksichtigung des Zwischenraumes, in welchem Falle das Materielle des Pulvers in seinem eigenem Raume und in dem der Zwischenräume gleichförmig vertheilt gedacht ist, oder ohne Berücksichtigung derselben, nämlich von der Materie allein. Die Untersuchung im ersteren Sinne geschieht, indem ein würfelförmiges Gefäß von Holz, 1 Kubikfuß genau haltend, mit Pulver gefüllt, abgestrichen und gewogen wird. In Oesterreich wiegt das Musketenpulver zwischen 51 und 53 Pf., das Stuckpulver zwischen 52 und 54 Pf. Bei dieser Untersuchungsart ist richtige Körnergröße und Abwesenheit von Mehlpulver vor-

ausgesetzt; eben so muß das Einfüllen unter stets gleichen Umständen geschehen, als: von derselben Höhe in die Mitte des Gefäßes, durch einen Trichter, in welchem sich ein für die Pulvergattung bestimmtes Sieb eingesetzt befindet, ferner entweder ohne Rütteln, oder, wie andere wollen, so viel als möglich zusammengeschüttelt, weil es sich auch in der Feuerwaffe in diesem Zustande befindet. — In dem zweiten Sinne wird das specifische Gewicht oder die Dichte des Pulvers nach der für pulverförmige Körper in physikalischen Lehrbüchern vorgeschriebenen Methode gefunden. Man nimmt nämlich ein früher tarirtes Fläschchen, untersuchet, wieviel am Gewichte dasselbe von Alkohol, dessen Dichte nicht über 0.810 sein darf, fasse, entleeret es sodann zum Theile und schüttet eine früher gewogene Menge Pulver hinein, wonach es wieder mit Alkohol voll angefüllt und gewogen wird. Zieht man nun das jetzige Gewicht von dem früheren des Alkohols und Pulvers zusammengenommen ab, so erhält man dasjenige Gewicht, welches ein mit dem des Pulvers gleiches Volum Alkohol besitzt, und welches daher mit dem absoluten Gewichte des Pulvers in demselben Verhältnisse steht, wie die bekannte Dichte des Alkohols zu der zu suchenden des Pulvers. Das Pulver muß hiezu früher auf eine der nachfolgenden Arten getrocknet worden sein. — Temperatur, vollkommene Abtrocknung des Fläschchens von überfließendem Alkohol, Entfernung anhängender Luftblasen von den Pulverkörnern u. s. w. sind Vorsichten, welche zur Erlangung eines richtigen Resultates nothwendig sind.

293. Um den Wassergehalt des Pulvers kennen zu lernen, wird eine abgewogene Menge im Wasserbade, bei der Siedhitze des Wassers, oder genauer bei einer 60° nicht übersteigenden Temperatur getrocknet. Der sich ergebende Gewichtsverlust kommt auf Rechnung der enthaltenen Feuchtigkeit. Vorzuziehen ist die Trocknung des Pulvers auf einer flachen Schale unter dem Recipienten der Luftpumpe mittelst Schwefelsäure. Das Schießpulver kann über 0.14 Feuchtigkeit aus der Atmosphäre anziehen; hat es nicht mehr als 0.05 absorbirt, so erhält es durch Trocknen seine vorige Wirksamkeit wieder. Bei einem größeren Feuchtigkeitsgehalte erfolgt die Verbrennung nicht mehr so rasch; wird solches Pulver getrocknet, so überziehen sich die einzelnen Körner mit einer Salpeterkruste, und die Gleichförmigkeit der Mengung geht verloren. — Auch in Bezug der hygroskopischen Eigenschaft, der Fähigkeit, Feuchtigkeit anzuziehen, können Pulvergattungen mit einander verglichen werden. Zu diesem Zwecke werden gleiche Quantitäten der Pulversorten in feuchten Räumen durch eine festgesetzte Zeit aufbewahrt; z. B. in dem oberen Raume eines zum Theil mit Wasser gefüllten

Bottiches. Die Gewichtszunahme wird über die Anziehungsfähigkeit des betreffenden Pulvers entscheiden.

294. Eine fernere Untersuchung, welche mit dem Pulver vorgenommen werden kann, ist die Ausmittlung des Quantitätsverhältnisses der Bestandtheile durch chemische Analyse. In diesem Falle wird zuerst der Feuchtigkeitsgehalt des Pulvers nach der einen der oben angegebenen Arten bestimmt, wozu man 100 bis 200 Gran fein zerriebenes Pulver nimmt. Das getrocknete Pulver, oder um Zeit zu gewinnen, eine zweite eben so große Quantität, in welcher dieselbe Menge von Feuchtigkeit zu erwarten steht, wird mit heißem destillirtem Wasser, etwa dem 6 bis 7fachen Gewichte behandelt, um den Salpeter aufzulösen, die klare Lauge durch ein gewogenes Filter durchlaufen gelassen, endlich der, noch weiter mit heißem Wasser ausgewaschene Rückstand auf das Filter gebracht, und so lange durchgewaschen, bis ein auf reinem Glase oder Platinbleche aufgefangener Tropfen beim Verdampfen keinen Rückstand zeigt. Die in einen Glaskolben filtrirte Flüssigkeit wird abgedampft, das zurückbleibende Salz bis zum Schmelzen erhitzt, und auch aus dem oberen Theile des Kolbens alle Feuchtigkeit verjagt. Letzteres geschieht durch Erhitzen mittelst einer Weingeistlampe von unten an allen Seiten nach aufwärts, während man zugleich mittelst einer gebogenen Glasröhre, welche mit einem Schenkel in den Kolben gesenkt wird, die Luft durch Heraussaugen zu erneuern sucht. Der dann abgekühlte Kolben wird gewogen, was auch, nachdem der Salpeter mit destillirtem Wasser herausgewaschen, und der Kolben auf gleiche Weise getrocknet wurde, wiederholt werden muß, wenn die Tarirung desselben nicht schon früher vorgenommen worden ist; während dieser Zwischenzeit muß, wie es sich wohl leicht von selbst verstehet, die größte Vorsicht beobachtet werden, damit nicht vom Rande des Kolbens Splitter abgeschlagen werden, um die Menge des darin abgedampften Salpeters richtig zu erhalten, welcher nun nach der oben (256.) ausgesprochenen Weise auf seine Reinheit untersucht werden muß.

295. Der auf dem Filter gebliebene Rückstand von Salpeter und Kohle wird auf gleiche Weise, wie das Pulver selbst, getrocknet und gewogen, wobei das Gewicht des Filters abgezogen, oder durch ein zweites früher schon damit tarirtes, und nun getrocknetes, außer Einfluß gebracht wird. Auf diese Weise erhält man die Menge des Salpeters und des Rückstandes von Schwefel und Kohle in dem zu untersuchenden Pulver.

Um diese zwei Bestandtheile von einander zu trennen, und deren Quantität zu bestimmen, kann man mehre Wege einschlagen:

a. Man bringt von jenem Rückstande so viel als thunlich ist, in eine tarirte Glasröhre, in deren Mitte eine kugelförmige Erweiterung angeblasen ist, (Fig. 4.) und wiegt die hinein gekommene Menge; das eine Ende setzt man sodann mit einem Apparate zur Wasserstoffgasentwicklung in Verbindung, das andere bleibt frei. Sobald hierauf der ganze Apparat von Hydrogengas, das über Chlorkalium, um getrocknet zu werden, streichen muß, erfüllet ist, erwärmt man jenes Gemenge gelinde; der Schwefel verflüchtiget sich, und man bekommt durch Wägung die Kohle. Da man hier, so wie in den folgenden Fällen, niemals den ganzen Rückstand nehmen kann, so muß nach der genommenen Menge das erhaltene Resultat auf den ganzen Rückstand durch Proportion übergetragen werden. Der Schwefel ergibt sich hiebei als Rest, durch Abziehen des Gewichtes der Kohle von dem des Rückstandes. — Berzelius gibt zu diesem Zwecke an, eine Röhre mit zwei derlei kugelförmigen Erweiterungen zu wählen, in die eine das Gemenge von Schwefel zu bringen, und den durch Erhitzung daraus verjagten Schwefel in der zweiten durch Abkühlung zu condensiren. Durch Abschneiden der Röhre hat man sodann Schwefel und Kohle von einander getrennt und es kann jeder Bestandtheil für sich durch Wägung bestimmt werden. — Wöhler hat, damit nicht Schwefel durch den Gasstrom fortgerissen werde, statt der zweiten Kugel die Röhre nur erweitert und dieselbe mit metallischem Kupfer (Drehspäne oder sehr dünnes Blech in Locken geschnitten) gefüllt. Wird das Kupfer bis zum Glühen erhitzt, so verbindet sich der sodann darüber streichende Schwefel mit demselben zu Schwefelkupfer und kann aus der Gewichtszunahme bestimmt werden.

b. Eine andere Methode ist, Behandlung des Rückstandes mit kochender Kalilauge. Hiedurch wird der Schwefel aufgelöst, und durch Filtriren von der Kohle getrennt, die mit heißem Wasser gut ausgewaschen, getrocknet und gewogen wird; der Schwefel ergibt sich mithin auch hier als Rest. Wenn große Genauigkeit gefordert wird, so darf man sich jedoch nicht mit der Bestimmung eines Bestandtheiles durch Subtrahiren zufrieden stellen, sondern man muß die Lösung des Schwefelkaliums vorsichtig bis zum Trocknen abdampfen, Salpeter zu der erhaltenen Masse zumengen, und dieses Gemenge bis zum Glühen erhitzen. Die hiedurch erhaltene Masse, in der das Schwefelkalium in schwefelsaures Kali umgewandelt ist, wird in Wasser gelöset, mit von Schwefelsäure freier Salpetersäure neutralisirt, und sodann mit salpetersaurem Baryt so lange versetzt, als ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt entsteht; 0.137 des getrockneten und geglühten schwefelsauren Baryts ist sodann als Schwefel in Rechnung zu bringen. Die

Untersuchungsmethode mittelst Kali wäre jedoch für Pulver mit brauner Kohle nicht anzuwenden, da dieselbe ebenfalls in Kali zum Theil löslich ist.

c. Schwefel und Kohle können ferner durch Schwefelkohlenstoff, Schwefelalkohol (140.) getrennt werden, welcher den Schwefel auflöset, die Kohle zurückläßt. Eine gewogene Menge des Rückstandes wird in einem Kölbchen mit reinem Schwefelalkohol übergossen, bis 25, höchstens 30° erwärmt und dann zugestopft in sehr geneigter Lage stehen gelassen, um, wenn sich die unaufgelöste Kohle zu Boden gesetzt hat, das Abgießen der darüber stehenden Lösung desto sicherer zu bewerkstelligen, ohne die Kohle hiedurch aufzurühren, worauf sie mit erwärmtem Schwefelalkohol ausgewaschen wird. Die im Kölbchen befindliche Kohle wird getrocknet, und die in einer kleinen Retorte gesammelte Lösung des Schwefels, so wie der zum Nachwaschen gesammelte Schwefelalkohol wird destillirt, der zurückgebliebene Schwefel aber bis zum Schmelzen erhitzt. Auf diese Weise können sodann beide Bestandtheile durch directe Wägung bestimmt werden.

d. Gay-Lussac gibt an, 1 Thl. Schießpulver mit 1 Thl. Salpeter, 1 Thl. kohlensaurem Kali und 5 Thln. Kochsalz (letztere Stoffe frei von Schwefelsäure) innig zu mengen, und dieses Gemenge so zu erhitzen, bis es verbrennt, was durch die beigemengten Stoffe langsam und ruhig vor sich gehet. Die entstandene weiße Salzmasse wird sodann im Wasser gelöst, und mit einem Barytsalze versetzt, wodurch schwefelsaurer Baryt gefällt wird, aus dessen Gewicht der Gehalt an Schwefel sich wie oben ergibt. Diese Fällung kann durch eine gemessene Menge einer Chlorbariumlösung geschehen, deren Gehalt an Chlorbarium genau gekannt ist, nach Art des alkalimetrischen Verfahrens.

e. Dr. Balley endlich schlug in neuester Zeit vor, zur Wegschaffung des Schwefels aus dem Rückstande schwefligsaures Natron anzuwenden, welches denselben auflöst. Hiezu übergießt man den Rückstand mit einer concentrirten Lösung des genannten Salzes (dessen Menge im krystallisirten Zustande im Gewichte etwa das 24fache von dem Rückstande betragen muß) und läßt das Ganze ungefähr zwei Stunden lang gelinde kochen, wonach man die Lösung von der Kohle filtrirt u. s. w.

f. Handelt es sich blos um den Salpetergehalt des Pulvers, so ist die von dem Hrn. Artillerie-Hauptmann V. Becker angegebene (in der königlich baierischen Artillerie eingeführte) Methode eben sowohl wegen der schnellen und bequemen Untersuchung, mittelst eines eigenen Aräometers (Pulveraräometer), als wegen der Verläßlichkeit der Angaben, besonders empfehlenswerth. 400 Gran des zu untersuchenden Pulvers werden in 1 Pf.

heißen Regen- oder Brunnenwassers, von welch letzterem die Dichte vorher durch das Aräometer zur Berichtigung der Angaben gesucht wird, aufgelöst, genau auf 14° abgekühlt, und der durch Verdampfen entstandene Gewichtsverlust durch Zusatz von Wasser ersetzt. Die filtrirte Lösung wird mit dem Pulveraräometer untersucht; die Einrichtung desselben ist von der Art, daß ein jeder Grad ½ Procent Salpetergehalt im Pulver anzeigt, welches nach dem obigen Verhältnisse im Wasser gelöst ist, so daß man nur nöthig hat, dessen Angabe mit 20 zu multipliciren, um den Procentengehalt des Pulvers an Salpeter zu erhalten.

296. Entzündung des Pulvers. Das Pulver wird durch den Stoß oder durch Temperaturerhöhung entzündet. Ueber die Entzündlichkeit des Schießpulvers durch den Stoß, Schlag u. s. w. ist durch Beobachtungen als erwiesen anerkannt, daß durch den Schlag von Eisen auf Eisen, Eisen auf Messing, Messing auf Messing, nicht so leicht von Kupfer auf Kupfer, die Entzündung geschehe, und daß selbst zwischen nicht sehr harten Körpern, als Blei auf Blei, Blei gegen Holz (wenn ein bleierner Körper gegen eine hölzerne, mit Pulver überzogene Wand geschossen wird), die Explosion erfolgen könne. — Wird die Temperatur des Pulvers nur allmälich über den Siedpunkt des Wassers erhöhet, so backen zuerst die Körner durch den geschmolzenen Schwefel an einander; zugleich beginnet der Schwefel sich zu verflüchtigen. Mit dem Steigen der Temperatur nimmt die Verflüchtigung des Schwefels sehr rasch zu, und gebraucht man die Vorsicht, die Temperatur nicht bis zum Kochpunkte des Schwefels zu steigern, so kann aller Schwefel daraus verjagt werden, ohne daß eine Verpuffung eintritt. Ist endlich der Schwefel entfernt, so kann die Temperatur noch weiter gesteigert werden, so daß selbst der Salpeter schmilzt und endlich durch die darauf schwimmende Kohle zersetzt wird. Wird aber vor der gänzlichen Verflüchtigung des Schwefels die Temperatur schnell vermehrt, so zeigt sich ein blaues Flämmchen von sich entzündendem Schwefel und das Pulver verpufft, was auch dann mit der gewöhnlichen Lebhaftigkeit eintritt, wenn die Temperatur schnell auf 240 bis 250° gesteigert wird; dasselbe erfolgt, wenn auch nur an einem kleinen Theile einer Pulvermasse die nöthige Temperaturerhöhung durch Berührung mit einem glühenden Körper bewirkt wird, z. B. mit der Kohle des Luntens, oder dem glühenden Stückchen Stahl, das durch den Stein des Feuerschlosses abgeschlagen wurde. Auch in diesem Falle erfolgt die Verpuffung durch die ganze Masse, indem die aus dem unmittelbar durch den glühenden Körper entzündeten Pulver entwickelten Gase in ihrem glühend heißen Zustande die übrige

Masse auf gleiche Weise nach und nach afficiren. Es ist gegenwärtig keinem Zweifel mehr unterworfen, daß in dem letzten Falle die Kohle derjenige Bestandtheil im Pulver sei, welcher zuerst Feuer fängt, während im vorhergehenden Falle, wo die Erwärmung von außen angebracht wird, der Schwefel derjenige Körper ist, welcher zuerst auf Kosten der atmosphärischen Luft sich entzündet und dann die Verpuffung der nächsten Theile nach sich ziehet.

297. Das Pulver kann daher auch im luftleeren Raume oder in Recipienten, die mit nicht comburirenden Gasarten gefüllt sind, entzündet werden, wenn nur die Temperatur schnell genug die nothwendige Höhe erreicht, denn besonders im ersten Falle, nämlich im luftleeren Raume, wird die Verflüchtigung des Schwefels viel schneller eintreten, da das die Verflüchtigung verzögernde Mittel, die Luft, entfernt ist; nur in so ferne die Entzündung durch den Stahlfunken geschehen soll, ist das Dasein der atmosphärischen Luft eine unerläßliche Bedingung. Auch kann es keinem Zweifel unterworfen bleiben, daß die Entzündung des Schießpulvers eben so gut durch eine Flamme (was bisweilen bezweifelt zu werden schien) erfolge, da ja die Temperatur des verbrennenden Gases, welches eigentlich die Flamme ist, die zur Entzündung des Pulvers nothwendige Temperatur um vieles übertrifft; nur muß die Flamme eine solche Richtung haben, daß die heitzende Wirkung derselben das Pulver trifft, was etwas schwieriger mit einer gewöhnlichen, immer nach aufwärts strebenden Lichtflamme, leichter mit einer nach Art der durch das Löthrohr angeblasenen, oder mit der aus einer Hülse mit brennbarer Satzmasse entströmenden Flamme bewirkt wird. — Auf diese Art wirken auch die fulminirenden Zündmittel (Kapseln und Zünder); diese, auf die ihnen zukommende Art entflammt, liefern einen durch das Zündloch der Feuerwaffe mit Gewalt eindringenden Feuerstrahl, dem kein sonstiger Ausweg gestattet ist, und bewirken hiedurch die Entzündung des Pulvers im Rohre oder Laufe viel schneller und kräftiger, als das auf der Zündpfanne eines Feuergewehres entzündete Pulver, bei welchem den entwickelten Gasen nicht so viel Hinderniß im Wege stehet, sich nach allen Richtungen hin zu verbreiten. — Pulver wird auch entzündet durch Abbrennen einer kleinen Menge starken Weingeistes, die man darauf geschüttet hat, endlich durch den elektrischen Funken, wenn die Geschwindigkeit der Entladung durch einen in die Kette gebrachten minder guten Leiter, z. B. einer feuchten Schnur verlangsamet wird, widrigenfalls das Pulver durch die außerordentliche Schnelligkeit des durchfahrenden Funkens unentzündet aus einander geworfen wird, was durch die im Gebiete der Physik bekannten Versuche hinlänglich bestätiget ist.

Praktische Anwendung zur schnellen und sicheren Entzündung des Pulvers in den verschiedenen Feuerwaffen haben von den angeführten Mitteln, die glühenden Körper, Kohle des Luntens und die durch Kies abgeschlagenen glühenden Stahlpartikeln, ferner die Flamme, die sich bei der Verbrennung einer schießpulverähnlichen Mischung ergibt, wie bei Brandeln und Zündlichten und die der fulminirenden Präparate, Kapseln, Zünder u. dgl. Auch eines durch Hilfe eines Deflagrators im Augenblicke des Schließens der Kette glühend werdenden Drahtes hat man sich bedient, um Pulver, durch welches dieser Draht durchgeleitet wurde, zum Behufe des Sprengens von Minen u. s. w. zu entzünden.

298. Die Entzündung einer Pulvermasse an ihrer ganzen Oberfläche sowohl, als auch die gänzliche Verbrennung derselben, sie mag aus einzelnen mehr oder weniger dicht zusammengehäuften Körnern bestehen oder ein dichter Pulverkuchen ohne Zwischenräume sein, geschieht nicht augenblicklich. Zwar ist an einem dichten Pulverkuchen die Verbreitung der beginnenden Verbrennung über die ganze bloßgelegte Oberfläche von dem eigentlichen Entzündungspunkte, oder die oberflächliche Entzündung desselben von so kurzer Dauer, daß sie selbst bei einiger Größe desselben verschwindend ist, wie es Piobert mit Kugeln von 0.33, 1.1 und 2.5 Kilogr. im Gewichte zeigte; wohl aber wurde diese Dauer der Fortpflanzung des Feuers meßbar, wenn eine gekörnte Pulvermasse in einen langen Streifen, z. B. in eine Rinne gelegt und an einem Ende angezündet wurde. Diese Schnelligkeit der Entzündung nimmt aber noch bedeutend zu, wenn das Pulver nicht frei, sondern mehr oder weniger eingeschlossen liegt, indem die sich entwickelnden Gase der zuerst entzündeten Portion sich nicht so frei entfernen, sondern in die durch die Körner gebildeten Zwischenräume eindringen, woher es auch kommt, daß gekörntes Pulver in den Feuerwaffen, wo dem gespannten glühenden Gase außer dem Zündloche kein Ausweg als durch die Zwischenräume des Pulvers gegeben ist, mit außerordentlicher, durchaus nicht meßbarer Geschwindigkeit sich entzündet und verbrennt.

Da die Entzündung einer Pulvermasse, wenn kein Hinderniß vorhanden ist, aus dem Entzündungspunkte in kugelförmigen Schichten sich fortpflanzt, wie aus der Verbreitungsweise eines verdichteten und schnell frei werdenden Gases, zu erwarten steht, so ist dieselbe in den Feuerwaffen, unter übrigens gleichen Umständen in Bezug der Größe der Ladung, der Beschaffenheit des Pulvers, des vorgelegten Projectiles, insbesondere abhängig von der Gestalt des die Ladung einschließenden Raumes und von der

Lage des Zündloches zur Ladung, so wie auch von dem Entzündungsmittel selbst (ob durch fulminirende Zünder, durch lose aufgeschüttetes Pulver, durch einen eingehängten Stoppinenfaden u. s. w.). Auch wird der große Einfluß nicht zu verkennen sein, welchen die Beschaffenheit der Oberfläche in Bezug der Politur des Pulverkornes, so wie die Größe der Zwischenräume auf die Entzündung ausüben, welch letztere wieder durch die Größe und Gleichförmigkeit der Körner, ja sogar durch die Form derselben bestimmt wird.

299. Nicht zu verwechseln mit der Entzündung des Pulvers ist die gänzliche Verbrennung desselben. Während an jenen drei Pulverkugeln Piobert's die Entzündung, d. i. die Fortpflanzung des Feuers über die ganze Oberfläche in unmeßbar kurzer Zeit erfolgte, trat die Dauer der gänzlichen Verbrennung bemerkbar hervor und es zeigte sich die allmäliche Verbrennung von außen nach innen schichtenweise, bis endlich auch der Kern derselben ergriffen war. Die Regelmäßigkeit dieser fortschreitenden Verbrennung trat noch deutlicher hervor, als aus einem Pulverkuchen längliche parallelepipedische Körper von verschiedenen Dimensionen geschnitten, dem Versuche unterzogen wurden; zu diesem Zwecke wurden sie mit Fett überzogen und mit der einen der beiden kleinen Grundflächen in das Wasser gestellt, um einer zufälligen früheren Entzündung durch die ausgeworfenen Funken vorzubeugen. Die Verbrennung, von der andern Grundfläche beginnend, befolgte hiebei, ohne sich über die Oberfläche auszubreiten, einen regelmäßigen Gang durch parallele Schnitte mit gleichförmiger Geschwindigkeit und unabhängig von der Größe des Querschnittes des Pulverkörpers. (Brandröhren mit Mehlpulver fest geschlagen, zeigen ein Gleiches.) Entschiedenen Einfluß zeigte jedoch auf die Schnelligkeit der Verbrennung, Bearbeitung und davon abhängige Dichte, so wie Qualität der Bestandtheile und zwar insbesondere der Kohle, in Bezug der Abstammung, dann der Art und des Grades der Verkohlung.

So wie nun der einzelne Pulverkuchen oder das einzelne Korn erst nach einer gewissen Zeit, vom Augenblicke der Entzündung an gerechnet, verbrannt ist, so ist dieses auch mit einer größeren Masse von gekörntem Pulver der Fall. Die Dauer der Verbrennung einer ganzen Pulvermasse bei übrigens gleicher Größe der Ladung hängt sowohl von allen jenen Bedingnissen ab, welche auf die Schnelligkeit der Entzündung Einfluß haben und bereits oben (298.) angeführt wurden, als auch von denjenigen Umständen, welche nach dem letzt vorhergehenden Ausspruche die Verbrennlichkeit des einzelnen Pulverkuchens oder Kornes bedingen. Daß hiebei gleiches und richtiges Dosirungsverhältniß, Reinheit der Bestandtheile und Trockenheit

des Pulvers vorausgesetzt sind, um das günstigste Resultat mit der Verbrennung des Pulvers zu erzielen und überhaupt einen Vergleich anstellen zu können, braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden.

Die Kohle, und zwar insbesondere den Grad ihrer Verkohlung anbelangend, liefert die braune Kohle ein an Verbrennbarkeit dem aus schwarzer Kohle bereiteten bedeutend überlegenes Pulver. Dieses wurde durch einen Versuch zu Esquerdes mit einem Infanteriegewehre bestätiget, dessen Ladung man stufenweise von 5 zu 5 Gramme vermehrte, bis das Maximum der Anfangsgeschwindigkeit erreicht war. Hiebei ergab sich mit Pulver aus schwarzer Kohle bei 17 Gr. eine Anfangsgeschwindigkeit von 583 Meter; mit dem aus brauner Kohle resultirten erst bei einer Ladung von 25 Gr. 631 Meter als Maximum (die Dichte beider war ungefähr gleich; 0.816 und 0.812). Es ist klar, daß dasjenige Pulver, welches eine größere Ladung zuließ, um das Maximum der Geschwindigkeit zu erreichen, das schneller verbrennende sein muß, da in diesem Falle die nützlich verbrannte Menge die größte ist.

Der Grad der Verkleinerung und Mengung der Bestandtheile, so wie die Art, nach welcher diese Operationen vorgenommen werden, modificirt die Stärke der Verdichtung des Pulvers, deren Einfluß auf die Schnelligkeit der Verbrennung außer allem Zweifel ist. Kriegspulver, mittelst Tonnen und Pressen erzeugt, bei welchem die Zerkleinerung und Mengung der Bestandtheile vollkommener, die Dichte aber geringer als bei jenem aus Stampfmühlen war, zeigte sich nach Versuchen in Frankreich als zu schnell verbrennend und aus dieser Ursache nachtheilig für das Geschütz einwirkend, daher man von demselben wieder abging und zu dem Pulver aus Stampfmühlen zurückkehrte.

Nicht ohne Einfluß auf die Dauer der Verbrennung ist ferner der Widerstand, der dem Pulver in dem vorgelegten Projectile entgegen steht, und wodurch bewirkt wird, daß das zuerst entwickelte Gas nicht schnell durch die Zwischenräume entweicht, sondern zusammengepreßt in das Innere der mehr oder weniger dichten Körner einzudringen suchet, wodurch es um so weniger sich ereignen wird, daß selbst unentzündete Körner mit vorgeschoben und sogar zum Rohre hinausgeworfen werden; eben so darf am Ende die Natur des Metalles (in Bezug seiner Leitungsfähigkeit und Capacität für die Wärme), so wie die bereits erlangte Temperatur desselben nach längerem Feuern nicht unberücksichtigt gelassen werden. Die Größe der Ladung endlich hat nebst der unmittelbaren Erforderniß einer längern Zeitdauer zur Verbrennung, noch in der Art ihren Einfluß, daß manche Umstände, welche bei kleinen Ladungen als verschwindend zu betrachten sind, mit der wachsenden Ladung einflußreicher werden oder umgekehrt, z. B. der Einfluß der Berührung des Wärme ableitenden Metalles verschwindet mit der vergrößerten Ladung; hingegen Form und Größe der Körner, wodurch der freie Durchgang der Flamme durch die Masse bedingt ist, tritt bei kleinen

Ladungen, wo die Verbrennungszeit überhaupt kurz ist, selbst bei größerer Verschiedenheit der Körner bei weitem nicht so hervor, als bei großen Ladungen.

300. Soll nun die Menge und Natur der Gase ausgemittelt werden, welche bei der Verbrennung des Schießpulvers resultiren, so hält es schwer, alle jene Bedingnisse, welche bei dem Abbrennen desselben in den Feuerwaffen eintreten, bei dem Versuche, so wie es sein sollte, zu realisiren, daher auch die Angaben hierüber verschieden ausfallen. Meincke erhielt bei seinen Versuchen von 100 Gr. Pulver 78 Kb. Zoll gasförmiger Producte. Größere Quantitäten rasch verbrennenden Pulvers gaben hiebei 25 kohlensaures Gas, 25 Kohlenoxydgas, 41 Stickgas und 9 schwefligsaures Gas, während sich beim Verbrennen von fest gepreßtem Pulver auch Salpetergas entwickelt.

Bei Versuchen, welche man mit 2 bis 3 Gr. Pulver auf die Art anstellte, daß dasselbe in einer Glasröhre Korn an Korn gereiht und dann an dem der pneumatischen Vorrichtung näheren Ende durch schnelle äußere Erhitzung entzündet wurde, ergab sich für 1 Gr. Pulver 1 Kb. Zoll Gas, was mit Proust's Angaben (272.) zunächst übereinstimmt. Der Apparat hiezu war derselbe, wie er zur Analyse organischer Substanzen gebraucht wird, daher er auch in der Einleitung in die organische Chemie beschrieben und auf Tab. V abgebildet ist. — Gay-Lussac stellte den Versuch auf die Art an, daß er Korn für Korn des Pulvers mittelst eines halbdurchbohrten Hahnes in eine glühende Röhre fallen ließ und das entwickelte Gas auffing.

301. Würde der Verbrennungsproceß des Pulvers nach der Eingangs gemachten theoretischen Betrachtung über die Dosirung desselben vor sich gehen, so wäre nicht nur die Menge und Natur der dabei resultirenden gasförmigen Producte gegeben, sondern man könnte auch die Spannung genau berechnen, welche durch diese Menge entwickelter und in dem Raume der Pulvermasse verdichteter Gase hervorgebracht wird; keineswegs ist man aber im Stande, die Steigerung dieser Spannung anzugeben, welche durch die dabei statt findende Temperaturserhöhung bewirkt wird, da diese selbst nicht gekannt ist.

Die Menge der Gase nämlich beträgt, nach der Seite 300 gemachten Berechnung, von 100 Gr. Pulver dem Raume nach 131 Kb. Zoll, welcher Raum den des Pulvers, nach Abschlag des für den starren Rückstand nothwendigen, 546mal übertrifft; es nehmen nämlich 100 Gr. Pulver (1 Kb. Fuß auf 55 Pf. gerechnet) 0.4 Kb. Zoll ein, wovon nur 0.24 Kb. Zoll für die entwickelten Gase bleiben, wenn man $^2/_5$ des Pulverraumes, 0.16 Kb. Zoll, für den Rückstand abrechnet. Dieses Gasquantum würde demnach ohne alle Erwärmung 546mal verdichtet sein, mithin einen Druck von 546 Atmosphären ausüben. Nimmt man nun an, die Temperatur der

Verbrennung des Pulvers betrage 1280° R. = 1600°C., so werden diese 131 Kb. Zoll Gas in der Voraussetzung, daß die Gase für jeden Grad der 100theiligen Scale um 0.00365 ihres bei 0° gehabten Volums sich ausdehnen, den Raum von $131(1 + 0.00365 \times 1600) = 886$ Kb. Zoll einzunehmen trachten. Sie sind demnach auf den $\frac{884}{0.24} = 3692$sten Theil des Raumes zusammengepreßt und üben daher durch ihre Expansivkraft den Druck von 3692 Atmosphären aus. Hiebei ist jedoch schon ein Hitzegrad angenommen worden, welcher den Schmelzpunkt des Gußeisens bereits in etwas übertrifft.

Nebst der Ungewißheit über die Temperatur, die bei der Verbrennung entstehet, und nebst einigen nicht in Rechnung gebrachten Umständen, wie sie Seite 300 bemerkt wurden, ist hiebei auch der Verlust durch Abkühlung des Gases an den Wänden und bezüglich der Anwendung in den Feuerwaffen der durch Zündloch und Spielraum herbeigeführte vernachlässiget worden. Ferner ist diese berechnete Wirkung in Bezug auf ein Projectil dadurch modificirt, daß in Folge der nur allmälich vor sich gehenden Verbrennung des Pulvers die Fortschiebung oder die Bewegung des Projectils schon beginnt, wenn sich die gerade hiezu nothwendige Kraft entwickelt hat, wodurch die aus der später verbrennenden Portion des Pulvers entwickelten Gase sich schon in einem größern Raume ausbreiten können und zugleich auch Gelegenheit haben, an der sich vergrößernden Wandfläche mehr und mehr Wärme abzusetzen. Hiedurch ist es begreiflich, daß bei dem gewöhnlichen Gebrauche des Pulvers keineswegs die ganze Kraft, von welcher Größe sie nun immer sei, zur wirklichen Aeußerung kommt.

302. In Folge der nur allmälich vor sich gehenden Verbrennung des Pulvers wird die Bewegung des Projectils nicht durch eine einzige plötzliche Wirkung hervorgebracht, sondern vielmehr durch eine Aufeinanderfolge von Wirkungen, welche vom ersten Augenblicke der Verbrennung an, auf dasselbe statt finden und so lange dauern, als es sich in der Seele des Rohres befindet, wodurch ihm eine beschleunigte Bewegung mitgetheilt wird. Die Geschwindigkeit, welche dem zu Folge das Projectil bei seinem Austritte aus dem Rohre erlangt hat, ist die sogenannte Anfangsgeschwindigkeit desselben. Diese Anfangsgeschwindigkeit hängt ab: a. von der Intensität der beschleunigenden Kraft in jedem Augenblicke, womit sie auf das Projectil wirkt, (d. h. von dem Gesetze der Veränderung der beschleunigenden Kraft) und b. von der Zeitdauer, während welcher diese Wirkung auf das Projectil statt findet. — Ein schnell verbrennendes Pulver gibt beinahe einen augenblicklichen heftigen Impuls der Waffe sowohl,

als dem Projectile, schiebt das letztere sogleich weiter und jagt es selbst aus dem Rohre; allein die hier plötzlich entwickelte, bewegende oder treibende Kraft nimmt eben so in einer sehr schnell fallenden Reihe ab, sobald die Gase in dem weitern Raume sich ausdehnen, indem sie weniger zusammengepreßt sind und mehr Wärme abgeben. Ein langsam verbrennendes Pulver bewirkt die Fortschiebung des Projectils später, und theilt ihm so wie der Wand des Rohres einen minder heftigen Stoß mit; das sich weniger schnell bewegende Projectil ist aber längere Zeit der Wirkung der Gase ausgesetzt, und diese Wirkung selbst folgt einer viel weniger merkbar fallenden Reihe, wenn die Verbrennung der Ladung nicht eher vorüber ist, als das Projectil das Ende des Rohres erreicht, indem hiebei zum Theil derjenige Verlust ersetzt wird, welchen die beschleunigende Kraft durch Verminderung der Dichte und Herabsetzung der Temperatur des zuerst entwickelten Gasquantums erlitten haben wird. Ist daher das Gewicht des Projectils nicht zu klein und das Rohr für die gewählte Ladung hinlänglich lang, damit die Dauer der Wirkung die geringere anfängliche Intensität des langsamer verbrennenden Pulvers ersetzt, so kann es wohl auch geschehen, daß das Projectil bei seinem Austritte aus dem Rohre die nämliche Anfangsgeschwindigkeit oder selbst eine größere hat, als jene wäre, die ihm ein lebhaft verbrennendes Pulver mitgetheilt haben würde. Die Richtigkeit dieses Ausspruches ist ersichtlich, wenn man bedenket, daß die Anfangsgeschwindigkeit die Summe der theilweisen Beschleunigungen ist, welche das Projectil im Rohre erhalten hat, und daß eine Zahl von Beschleunigungen, welche langsam abnehmen, recht wohl einer eben so großen Zahl von Beschleunigungen, deren erstere wohl viel größer sind, welche aber auch schneller fallen, gleich und selbst überwiegend sein können.

Das hier Gesagte läßt sich auch durch Construction einer geometrischen Figur ersichtlich machen. Jede einzelne Wirkung, deren Summe die auf das Projectil ausgeübte Gesammtwirkung ausmacht, besteht in dem überwundenen Widerstande längs eines Elementes des Weges, der hiedurch zurückgelegt wurde, und wie der Widerstand des Projectils in jedem Punkte der Seele gleich ist der bewegenden Kraft, die ihn überwindet, so findet man, daß die einzelnen Wirkungen auch gleich sind den bewegenden Kräften, multiplicirt mit dem Elemente des zurückgelegten Weges. Wenn man daher auf die Achse der in gleiche Theile getheilten Seele Ordinaten errichtet, deren Länge die bewegende Kraft vorstellt, und wenn man den zurückgelegten Weg durch die Entfernung zweier Ordinaten bezeichnet, so wird jede einzelne Leistung durch das kleine Rechteck auf der Ordinate und dem Elemente der Achse construirt ausgedrückt sein, und die ganze gegen das Projectil ausgeübte

mechanische Wirkung wird durch die Fläche dargestellt werden, welche von der Abscisse, den beiden äußersten Ordinaten und der dazwischen gezogenen Curve begrenzt wird. — Bei dieser Voraussetzung sieht man wohl, daß diejenige Fläche, welche durch eine Curve begrenzt ist, deren Ordinaten Anfangs sehr groß, in der Folge aber schnell abnehmend sind, bedeutend kleiner sein kann, als jene, in welcher die Ordinaten zwar Anfangs kleiner, in der Folge aber minder schnell abnehmend sind.

Das langsam verbrennende Pulver muß über das lebhafte jedesmal Vortheil haben, wenn die Ladung groß, der zu überwindende Widerstand bedeutend und das Rohr lang ist. In den Geschützen, deren Bohrung kurz ist, wie in Mörsern und in den kurzen Haubitzen, hat die Wirkung der bewegenden Kraft auf das Projectil wenig Dauer, wenn nicht der zu überwindende Widerstand sehr groß und folglich die Verrückung später erfolgt. Bei solchen Geschützen ist nothwendig, daß sich die bewegende Kraft schnell entwickle und eben so abnehme, oder mit andern Worten, daß das Pulver lebhaft sei und zwar desto lebhafter, je leichter das Projectil ist.

Im Kleingewehre weicht die Kugel schon einer minderen Entwicklung der bewegenden Kraft; wenn alsdann das Projectil nicht sehr schnell aus dem Rohre getrieben wird, so verlängert sich die Berührung der Gase mit der Wand der Seele und es ergibt sich daraus in Folge der merkbaren Herabsetzung der Temperatur eine Verminderung der Kraft. Es wird daher auch für das Kleingewehr ein lebhaft verbrennendes Pulver das Maximum der Wirkung geben.

Bei der Kanone entwickelt die Verbrennung so viel Wärme, daß der Theil, welchen die Wände absorbiren, keinen bemerkbaren Verlust gibt; ferner kann die Wirkung der bewegenden Kraft durch eine gewisse Dauer statt finden, weil das Projectil nicht so leicht, wie im Kleingewehre fortgeschoben wird, und weil der in der Seele zurückzulegende Weg länger, als bei der Haubitze und dem Mörser ist. Daher ist es möglich, daß eine augenblicklich entwickelte Kraft, welche aber nur eine sehr kurze Zeit und mit einer sehr schnell abnehmenden Intensität wirkt, eine geringere nützlichere Wirkung hervorbringt, als eine Kraft, deren Intensität wohl minder groß, aber weniger großen Veränderungen unterliegt und die längere Zeit auf das Projectil wirkt.

Langsamer verbrennendes Pulver kann daher bei Geschützen einen Vorzug haben über schnell verbrennendes, besonders, wenn die Ladung groß, das Projectil schwer und die Seele von beträchtlicher Länge ist, wie schon oben gesagt wurde.

303. Aber nicht nur, daß nach dem Gesagten das am schnellsten entzündliche und in der kürzesten Zeit verbrennende Pulver in der Ausübung als treibende Kraft für Projectile nicht immer das anwendbarste ist, so hat ein derlei Pulver noch einen andern Nachtheil, nämlich den einer zerstörenden Wirkung auf die Feuerwaffe. Man unterscheidet in Frankreich unter dem Namen *Poudres* **brisantes** gewisse Qualitäten von Schießpulver, die eine sehr schwache Wirkung auf die Kugel, eine sehr starke hingegen auf die Wände der Feuerwaffe ausüben. Alle Pulversorten, die sich sehr schnell entzünden und verbrennen, nähern sich dadurch gewissen, heftig knallenden Verbindungen, wie Knallquecksilber, Knallsilber, welche die damit geladenen Gewehre sprengen, ohne die Kugeln weit zu treiben. Derlei zersprengendes Pulver kann mit sehr entzündlicher Kohle dargestellt werden, vorzugsweise aber durch sehr geringe Dichtigkeit.

Wenn auch für das kleine Feuergewehr ein etwas schneller zusammenbrennendes Pulver einigen Vortheil bringen würde, ohne bei der größern Cohäsion des Schmiedeisens die Gefahr des Zerspringens herbeizuführen, so wäre doch die Anwendung desselben, besonders für die gußeisernen Kanonen, bei ihrer geringen Elasticität um desto gefährlicher, da kein ersichtliches Merkmal das baldige Zerspringen des Rohres anzeigen würde. Vorzug verdient daher in jedem Falle für die Anwendung als treibende Kraft dasjenige Pulver, dessen Entzündung schnell genug ist, daß sie noch innerhalb des Laufes des Feuergewehres vor sich gehet, aber nur in dem Maße, als die Kugel fortschreitet. Es muß daher ein gewisses Verhältniß zwischen dem Zustande der Kohle, der Dichte des Pulvers und der Größe seines Kornes beobachtet werden. Ist man gezwungen, sich in Bezug der beiden ersten an eine bestimmte Grenze zu halten, so muß man mit dem dritten auf eine geeignete Weise wechseln. Daraus ist auch die Nothwendigkeit einer verschiedenen Körnergröße für Pulver, das für das kleine Gewehr oder für Geschütz bestimmt ist, ersichtlich.

304. Der Rückstand des Pulvers, welcher nach der Theorie in Folge eines vollkommenen Verbrennungsprocesses 0.40 des verbrannten Pulvers betragen und bloß Schwefelkalium sein sollte, weichet aus derselben Ursache davon ab, wie sie in Bezug der gasförmigen Producte zu Grunde lag. Untersuchungen zu Folge beträgt er 0.50 des Gewichtes vom verbrannten Pulver, und besteht in 100 Thln. aus 72 bis 75 Schwefelkalium, 5 bis 10 schwefelsaurem und 5 kohlensaurem Kali, endlich aus 10 Kohle. In Feuergewehren wird der größte Theil dieses Rückstandes als Rauch herausgejagt, und dieses desto mehr, je schneller verbren-

nend das Pulver ist, daher auch mit derlei Pulver geladene Geschütze sich auffallend später verschleimen.

Dieser Rückstand, wie es auch mit den Eigenschaften des Schwefelkaliums mit eingemengter Kohle in so fein vertheiltem Zustande übereinstimmet, wirket pyrophorisch; kratzet man nämlich eine Schichte dieses Rückstandes, welche noch nicht feucht geworden, im Gewichte von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Loth heraus, wickelt denselben in ein etwas feuchtes Papier, Werg oder derlei schlecht wärmeleitenden Stoff, so steigt die Temperatur sehr rasch und bisweilen sogar bis zur Selbstentzündung; selbst der aus einer Muskete von zwanzig schnell nach einander gemachten Schüssen herausgekratzte Rückstand ist im Stande, das Papier, in das er gewickelt wird, zu verkohlen. Dieser Pulverrückstand ist es auch, der in metallenen Geschützen, indem eine Verbindung des Kupfers mit dem Schwefel vor sich gehet, die Oberfläche der Bohrung bemerkbar angreift.

305. Da die Untersuchung der äußeren Beschaffenheit des Pulvers, eben so wenig wie die Kenntniß des durch chemische Analyse aufgefundenen Dosirungsverhältnisses über die Stärke des Pulvers und die so nothwendige Gleichartigkeit der Wirkung Aufschluß gibt, so sucht man durch eigene Maschinen, Pulverprobmaschinen, wenigstens die Ueberzeugung zu erlangen, ob eine Pulvergattung, die in ihren physischen Eigenschaften mit Pulver von bekannter Wirkung übereinstimmt, demselben auch in dieser Wirksamkeit gleich sei. Von den gebräuchlichen Vorrichtungen dieser Art kann hier nur eine kurze Erwähnung geschehen.

Bei der österreichischen, nunmehr ganz abgeschafften Stangenprobe hebt das in einem kleinen Mörserchen entzündete Pulver, ungefähr $\frac{3}{8}$ Quentchen, ein genau darauf gesetztes Gewicht von 5 Pfund zwischen zwei Stangen, wovon eine, mit Zähnen versehen, den Rückfall desselben mittelst einer Sperrklinke verhindert, wodurch die Steighöhen nach der Anzahl Zähne, unter dem Namen Grade abgelesen werden können. Auf dieser Probe soll das Scheibenpulver 120 bis 150, das Muskentenpulver 70 bis 90, das Stuckpulver 60 bis 65, und das Sprengpulver 25 bis 30 Grade schlagen. Das auf italienischen Werken erzeugte Kriegspulver schlägt 90 Grad. Bei der ebenfalls in Oesterreich statt dieser Stangenprobe in Gebrauch gekommenen Hebelprobe gibt die Größe der Rückwirkung den Maßstab der Kraftäußerung des zu untersuchenden Pulvers. An einem Winkelhebel, dessen Arme senkrecht auf einander stehen, befindet sich an dem Ende des beim Gebrauche horizontal stehenden Armes ein Pöllerchen, das mit 30 Gran Pulver geladen, und sodann

mittelst eines eingesetzten Stoppinenfadens angezündet wird. Durch die Wirkung des ausströmenden Pulvergases wird das Pöllerchen mit seinem Arme nach abwärts gedrückt, der andere Arm hingegen mit dem daran zur Gegenwirkung befindlichen Gewichte gehoben, und dieses desto mehr, je stärker das Pulver ist. Ein kleiner Steller an dem äußersten Endpunkte des ersten Hebelarmes gleitet während seiner Bewegung nach abwärts an den Zähnen eines in verticaler Ebene dagegen stehenden Bogens, und verhindert das Zurückkehren des Hebels in seine alte Lage. Die Anzahl Grade, welche sich als Mittel von vier Schüssen ergibt, wird als das gesuchte Maß der Stärke des Pulvers angesehen. Auf dieser Probe soll Scheibenpulver 130, Musketenpulver 80, Stuckpulver 60 und Sprengpulver 20 Gr. schlagen. — Mit dem französischen Probirmörser (Eprouvette), welcher auf einer angegossenen Platte, dem Schemel, unter dem Winkel von 45° fest gestellt ist, wird die Wurfweite, welche eine Kugel von 189.5 Millim. Durchmesser und 293 Hectogr. Gewicht mit der Ladung von 92 Gr. erreicht, als Maß der Stärke angesehen und soll bei gutem Pulver 250 bis 260 Meter betragen. Mörser und Kugel waren früher von Bronce, sind aber nach den Bestimmungen vom Jahre 1839 gegenwärtig von Eisen. Das österreichische Musketenpulver gibt mit diesem Mörser eine Wurfweite von 115 bis 130, das Stuckpulver 112 bis 125 Klafter. Dieser Probirmörser, der eigentlich in Frankreich für das Kriegspulver bestimmt ist, hat fast in allen Ländern, wenigstens nebenbei, Anwendung erhalten.

So wie eines Mörsers, hat man sich auch einer andern Feuerwaffe, nämlich der Kanone oder des Infanteriegewehres, auf gleiche Art bedient, und die Schußweiten als Maß der Kraftäußerung des Pulvers angesehen. Auch die Tiefe des Eindringens in eine so viel möglich homogene Masse wurde als Maßstab zu gleichem Zwecke benützt. Bei Regnier's Pulverprobe, welche in Frankreich für Jagdpulver gebraucht wird, ist es die Elasticität einer Stahlfeder, auf welche die Wirkung des Pulvers ausgeübt wird. Bei der Pendelprobe wird die Größe des Rückstoßes in Graden an einem Bogen gemessen, den eine pendelartig aufgehangene Kanone beim Abfeuern zeigt; zuweilen wird auch zugleich die Wirkung auf ein von der Kugel getroffenes Pendel in dem gleichen Sinne beobachtet. In der hydrostatischen Pulverprobe ist es die Tiefe des Eintauchens, welche an einem vertical ins Wasser gesetzten, oben mit einem kleinen Pöller versehenen Schwimmer als Folge der Rückwirkung bei gemachtem Schusse beobachtet wird.

C. Muriatisches Pulver.

306. Bald nach der ersten Darstellung des chlorsauren Kali durch Berthollet (im Jahre 1786) wurde dieses Salz von demselben Chemiker, anstatt des Salpeters, zur Bereitung eines Schießpulvers, muriatisches Pulver, empfohlen, und zu diesem Zwecke mit Schwefel und Kohle, in ähnlichen Verhältnissen wie der Salpeter gemengt, wie schon oben (191.) angegeben wurde. Zwar enthält das chlorsaure Kali in 100 Theilen weniger Sauerstoff, als der Salpeter, aber ersteres gibt denselben leichter ab, die Verbrennung erfolgt schneller und unter Erzeugung einer höheren Temperatur, wodurch nach dem Vorhergehenden die nachtheilige Einwirkung auf die Feuerwaffe vermehrt wird. Uebrigens liegt diese vermehrte Verbrennlichkeit noch in jenen Grenzen, wo auch eine vermehrte Wirkung auf das Projectil bemerkbar bleibt; wohl aber könnte es geschehen, daß, wenn dieses Pulver eben so innig gemengt würde, als wie das gewöhnliche Salpeterschießpulver (was bei den gemachten Versuchen nicht der Fall war), die zerstörende Kraft desselben in einem weit größeren Grade stiege, als die treibende.

307. Die ersten Versuche mit diesem Pulver machte Riffault, welcher es mit vieler Vorsicht und nur in ganz kleinen Portionen, etwa zu 6½ Loth, anfertigte, wobei er jedoch nicht die gewöhnliche Behandlung damit vorzunehmen wagte, daher auch das Pulver nicht einmal gehörig gekörnt und getrocknet wurde. Mit der Ladung von 5 Loth wurde aus einem Probirmörser eine Wurfweite von 1173' erreicht, wobei die Kugel so tief in die Erde eindrang, daß man sie nur mit Mühe finden und herausziehen konnte, während man mit gewöhnlichem Kriegspulver von guter Beschaffenheit nur eine mittlere Wurfweite von 576' erreichte. Wegen der bedeutenden Gefahr, welche mit seiner Bereitung, Aufbewahrung und Transportirung verbunden ist (in Essonne verloren im Jahre 1788 zwei Menschen durch eine schon beim Zusammenmischen erfolgte Explosion ihr Leben), hat man den Gedanken, es statt des Salpeters, der noch überdieß wohlfeiler ist, zur Schießpulverbereitung zu benützen, aufgegeben, und bediente sich desselben nur zur Anfertigung von Zündpulver, Percussionspulver, welches ohne Stein und Batterie auch in feuchtem und regnerischem Wetter durch den starken Schlag eines eigens dazu construirten, hammerähnlich wirkenden Hahnes explodirt und das Feuer zur Ladung bringt. Das Mischungsverhältniß dieses Pulvers ist verschieden, als 45 chlorsaures Kali, 25 Sal-

peter, 15 Schwefel, 7.5 geraspeltes und durch ein Seidenzeug gesiebtes Faulbaumholz und 7.5 Hexenmehl (Semen Lycopodii), oder 100 chlorsaures Kali, 12 Schwefel und 10 Faulbaumholzkohle, ferner 100 Chlorkali mit 16 höchst fein gepulverter Kohle und 12 Schwefel; vorzuziehen ist es, statt des Schwefels und der Kohle, den Rückstand von ausgelaugtem Pulver zu nehmen, worin diese Stoffe sich schon in möglichst feiner Zertheilung befinden. Das chlorsaure Kali muß für sich möglichst fein gerieben, dann erst mit den übrigen Substanzen, jedoch zur Verminderung der Gefahr, naß gemengt werden. — Aus dem daraus angefertigten Teige, wozu man dem Wasser auch etwas Gummi zusetzte, formte man Anfangs kleine Kügelchen, welche man, zum Schutze gegen die Feuchtigkeit, mit einer Harzauflösung überzog; auch hat man ein solches Gemenge pulverförmig angewendet, welches aber höchst gefährlich ist, da Fälle von Selbstentzündung vorgekommen sein sollen. Später gab man den Gewehren die Einrichtung mit einer Zündröhre, Piston, deren Bohrung zur innern Ladung führte; auf die Zündröhre wurde ein kleines, aus dünnem Bleche gefertigtes Kupferhütchen, Kapsel, aufgesetzt, auf dessen Boden eine kleine Menge jenes Pulvers eingepreßt und durch eine Harzauflösung vor der Einwirkung der Feuchtigkeit gesichert wurde. Da aber das bei der Explosion dieser Mischungen frei werdende Chlorgas das Rosten der Eisentheile herbeiführt, so ist man bald wieder davon abgegangen, und es wird den jetzt allgemein eingeführten Zündhütchen mit Knallquecksilber der Vorzug gegeben. — Zum Gebrauche für Geschütze werden aber noch immer aus chlorsaurem Kali angefertigte Mischungen als Percussionspulver verwendet, wozu sie in verschiedene Formen gebracht, entweder durch den Schlag einer hammerähnlichen Vorrichtung oder durch Reibung, z. B. Ausziehen einer mit Glaspulver belegten Rebschnur aus der damit gefüllten Röhre, oder Ausziehen eines zusammengewundenen Messingdrahtes u. dgl. zur Explosion gebracht werden. Im letztern Falle befindet sich gewöhnlich Spießglanz in der Mischung der Präparate. Derlei Mischungen sind: 20 Thle. chlorsaures Kali, 5 Thl. Schwefel und 1 Thl. Mehlpulver, oder 4 Thl. chlorsaures Kali, 2 Thle. Spießglanz und 1 Thl. Mehlpulver u. dgl.

308. Soll irgend ein Schießpulver auf eine derlei Beimengung, wodurch es explodirender, aber auch gefahrbringender wird, geprüft werden, so würde man am einfachsten die Entzündung einer kleinen auf einen Amboß gelegten Portion durch den Schlag mittelst eines Hammers zu bewirken suchen, indem die Entzündung des gewöhnlichen Salpeterschießpulvers auf diese Art wohl möglich, doch nur sehr schwierig zu bewerkstelli-

gen ist. Directe nachgewiesen würde das chlorsaure Kali, wenn man auf eine kleine Portion des zu untersuchenden Pulvers, das man zur Verhüthung einer Explosion früher naß gemacht hat, ein paar Tropfen concentrirte Schwefelsäure bringet, wodurch Farbe und Geruch des sich entbindenden Gases den Beweis liefern würden. Sollte sich, wenn man ein derlei Pulver auf seine Explosionsfähigkeit durch den Schlag untersuchet, und zur Unterlage eine blanke Kupferplatte nimmt, ein metallener Spiegel auf derselben zeigen, so wäre Knallquecksilber darin zu vermuthen; durch Reiben des nassen Pulvers auf der Kupferplatte würde dieser Spiegel noch deutlicher hervortreten (die weitere Bestimmung desselben, siehe Knallquecksilber). — Ob in einem, chlorsaures Kali enthaltenden Präparate zugleich Salpeter vorhanden ist, würde an dem gleichzeitigen Auftreten der salpetrigsauren Dämpfe erkannt werden, wenn man eine kleine Portion desselben auslaugt, die Lauge abdampft und die erhaltene Salzmasse nach vorhergegangener Befeuchtung mit Schwefelsäure unter Einmengung von feinen Kupferfeilspänen behandelt. Soll das Quantitätsverhältniß dieser beiden Salze angegeben werden, so unterwirft man die aus einer gewogenen Menge des Präparates auf diese Weise erhaltene, gemengte Salzmasse einer weiteren Erhitzung, entweder für sich allein, oder unter Einmengung von indifferenten salzsäurefreien Stoffen (nach Art der oben angegebenen Methode Gay-Lussac's, 295. d.), um eine zu rasche Zersetzung und einen durch Herumspritzen hiebei verursachten Verlust zu verhüthen. Da hiedurch das chlorsaure Kali in Chlorkalium umgewandelt wird, so darf man diese Salzmasse nur im Wasser lösen, die mit Salpetersäure angesäuerte Lösung mit salpetersaurem Silberoxyd versetzen, und aus dem Gewichte des gut ausgewaschenen getrockneten und geschmolzenen Silberchlorids die Menge des Chlors, mithin auch das chlorsaure Kali berechnen. 100 Chlorsilber entsprechen demnach 83.7 chlorsaurem Kali. Bei dieser Bestimmung ist vorausgesetzt, daß die Quantität von Chlorkalium, welche die Salzmasse etwa früher als Verunreinigung enthalten möchte, schon vor dem Glühen der Salzmasse an einer anderen Portion ausgemittelt worden sei. — Die Untersuchung eines solchen Präparates auf Spießglanz wird beim Antimon angegeben werden.

D. Schießpulverähnliche Gemenge.

309. Nebst dem gewöhnlichen und dem muriatischen Schießpulver gibt es noch mehre andere Gemenge aus Salpeter, Schwefel und Kohle, mit oder ohne Zusatz anderer Stoffe, Feuerwerkssätze, deren Bereitung der Gegenstand eines Artillerielaboratoriums ist. Die vorzüglichsten derselben sind: Leuchtsatz, Signalraketensatz, Brandsatz, Zündlichtsatz, dann Sätze, welche als Feuerleitungen dienen, wozu Brandel- und Brandröhrensatz gehören.

Da die Zusammensetzung dieser Sätze nach dem Zwecke, welcher damit erreicht werden soll, vorzugsweise auf dem praktischen Versuchswege allein, nicht aber in Verbindung mit theoretischer Grundlage ausgemittelt wurde, Versuche zur Vervollkommnung derselben in neuerer Zeit nicht in dem hinlänglichen Umfange angestellt worden sind, wie es in Bezug auf das Schießpulver der Fall war, so ist man bei denselben auch nicht so, wie bei diesem, zu einem fast an allen Orten gemeinsamen Resultate gelangt, sondern man sucht ein und denselben Zweck in verschiedenen Artillerien auf sehr von einander abweichende Arten zu erreichen. Aus eben dieser Ursache ist es nicht immer möglich, über die Zusammensetzung dieser Sätze eine so vollkommen genügende Rechenschaft zu geben, wie man es bei der des Schießpulvers im Stande war; auch muß der Vermuthung Raum gegeben werden, daß wohl mancher Zweck entweder nur mit Verschwendung an Mitteln, oder doch nicht mit demjenigen Erfolge, als es möglich wäre, erreicht wird, was insbesondere von den ersteren der obgenannten Sätze zu gelten hat. Der königl. preußische Hauptman Dr. M. Meyer hat in seinen Vorträgen über Artillerietechnik, 1. Theil, die Zusammensetzung mehrer dieser Sätze, wie sie in verschiedenen Artillerien eingeführt ist, in eine Tafel zusammen getragen, wodurch das Gesagte ersichtlich gemacht wird und die Rechtfertigung des obigen Ausspruches hervorgeht. Derselbe sucht in dem nämlichen Werke die Zusammensetzung dieser Sätze auf eine wissenschaftliche Grundlage zurückzuführen, und will nur das Schießpulver allein, oder doch die Bestandtheile desselben in einem abgeänderten Mischungsverhältnisse zur Darstellung derselben anwenden; dieses letztere richtet derselbe jedoch immer nach stöchiometrischen Gesetzen ein, da die Wirkungen solcher Gemenge immer nur in der Verbrennung, d. i. in einem nach bestimmten Quantitäten der Stoffe vor sich gehenden Processe begründet sind. Im Folgenden soll daher näher untersucht werden, welche Zusammensetzung für die verschiedenen Sätze nach dem Zwecke, der erreicht werden soll, aus der theoretischen

Betrachtung hervorgeht und welche Uebereinstimmung zwischen derselben und der in Oesterreich eingeführten herrschet.

310. Als Leuchtsatz, durch welchen Beleuchtung des vorliegenden Terrains durch eine gewisse Zeit bewirkt werden soll, wird in genanntem Werke, ein Gemenge von Salpeter und Schwefel angegeben, im Verhältnisse von 1 At. des ersteren zu 2 At. des letzteren (im Gewichte von 75:25). Die Verbrennung erfolgt in diesem Falle auf die Art, daß die Hälfte des Schwefels zu Schwefelsäure oxydirt und mit dem Kali verbunden als Rückstand bleibt, während die andere Hälfte desselben als schwefligsaures Gas davon geht. Dieses Gemenge brennt jedoch für sich nicht fort, da es nicht die hiezu nothwendige Quantität von Wärme entwickelt; es muß daher eine eigene Wärmequelle unterstützend mitwirken, wie es z. B. geschieht, wenn der Salpeter geschmolzen gehalten und der Schwefel in Stücken darauf geworfen wird; in dem vorliegenden Falle sucht man diese Bedingung durch Einmengung von 10 Proc. Mehlpulver, als ein praktisch leicht ausführbares Mittel zu erreichen. Das Gemenge brennt hiedurch sowohl in staubartiger Form, als auch im verdichteten Zustande gehörig fort und entwickelt hiebei eine Lichtintensität, welche unter denen anderer ähnlicher Mischungen nur von dem indianischen Weißfeuer übertroffen wird, welches seines besonderen Glanzes wegen, mit dem es verbrennt, überhaupt als Signalfeuer, so wie auch bei verschiedenen anderen Gelegenheiten gebraucht wird. In geschlossenen Räumen, z. B. auf Theatern, darf dasselbe jedoch des darin enthaltenen Schwefelarsens wegen, nicht abgebrannt werden.

311. Das genannte Gemenge aus 75 Thln. Salpeter und 25 Thln. Schwefel, der Kürze wegen auch Salpeterschwefel genannt, ist zugleich dasjenige, welches in dem genannten Werke als Mittel zur Verlangsamung der Verbrennung des Schießpulvers, wo sie nothwendig ist, empfohlen wird. Dieses Gemenge brennt zwar ohne das Schießpulver nicht fort, braucht aber nur seine heitzende Wirkung, nicht aber einen Bestandtheil desselben, da es ein eben so abgeschlossenes Ganze, wie dieses, bildet; es stört daher auch den Verbrennungsproceß des Pulvers nicht, sondern läßt denselben nur längere Zeit anhalten. Durch Zusammenmengen von was immer für Quantitäten von Salpeterschwefel und Schießpulver wird daher immer ein Gemenge erhalten, in welchem der Salpeter stets auf 75 Proc. bleibt, der Schwefel aber auf Kosten der Kohle steigt, wie es nachfolgende Tafel zeigt; obwohl diese Gemenge keinem bestimmten Gesetze zu gehorchen scheinen, zeigen sich dieselben bei näherer Betrachtung dennoch aus beiden wahrhaft chemischen Verbindungen zusammengesetzt. So bestehen

			Salpeter.	Schwefel.	Kohle.
100 Thle. Schießpulver		aus	75	12.5	12.5
90 » »	u. 10 Thle. Salpeterschwefel	»	75	13.75	11.25
80 » »	» 20 » »	»	75	15	10
70 » »	» 30 » »	»	75	16.25	8.75
30 » »	» 70 » »	»	75	21.25	3.75
20 » »	» 80 » »	»	75	22.5	2.5
10 » »	» 90 » »	»	75	23.75	1.25
	100 » »	»	75	25	

Auf diese Art entstehen Zusammensetzungen, welche desto langsamer verbrennen, je größer die Menge des zugesetzten Salpeterschwefels ist, und mit der abnehmenden Gasmenge, die entwickelt wird, desto mehr Lichtintensität bewirken.

Der in Oesterreich gebrauchte Leuchtsatz nähert sich in seiner Zusammensetzung der des erwähnten Salpeterschwefels, welchem noch eine bedeutende Menge Spießglanz zugesetzt ist, indem er aus 75 Salpeter, 26 Schwefel, 12.5 Spießglanz besteht; Schießpulver ist demselben gar nicht beigemengt, jedoch befindet sich unverkohltes Materiale in demselben, nämlich Wachs, das zugleich als Bindemittel dient, und Sägspäne; durch die erste Portion des verbrennenden Satzes werden die nächstliegenden Theilchen der organischen Stoffe verkohlt, und sind daher als Ersatzmittel der fehlenden Kohle zu betrachten. Um die innige Vermengung dieser nicht so leicht in den Zustand der feinsten Vertheilung zu bringenden Stoffe mit den übrigen Substanzen zu bewirken, wird das Wachs zuerst geschmolzen, und der Salpeter (12 Thl. auf 1 Thl. Wachs) eingerührt, die Sägspäne hingegen in sehr gesättigter Salpeterlauge (2 Thl. Salpeter auf 1 Thl. Sägspäne) getränkt, zur Trockenheit abgedampft, und dann dem Uebrigen beigemengt.

Dieser Satz wird in eiförmige, zwillichene, aus mehrfachen Blättern bestehende Säcke fest geschlagen und diese sodann mit einer Leine überschnürt; Leuchtkugeln und Feuerballen; sie werden, wie Granaten und Bomben, aus Haubitzen und Mörsern geworfen.

312. Für den Treib- oder Signalraketensatz, so wie für den Brandsatz, zeigt sich nach der Betrachtung, die hierüber gemacht werden kann, das Schießpulver im unveränderten Dosirungsverhältnisse als das tauglichste Satzgemenge.

Der Treib- oder Raketensatz, welcher zur Anfertigung der Signalraketen gebraucht wird, hat die Treibkraft hervorzubringen, welche die den Satz einschließende Hülse (und sonst angehängte Last) fortzutreiben hat. Diese Treibkraft ist die Spannkraft des entwickelten Gases, welches nach

allen Seiten einen gleichen Druck ausübt, und wovon der nach den Seitenwänden der cilindrischen Hülse, als gleich und entgegengesetzt sich gegenseitig aufhebt, oder eigentlich unwirksam macht, während nur der, in der Längenachse der Hülse, dessen Gegendruck durch die Ausströmung aus dem Brand- oder Zehrloche vernichtet wird, thätig ist, und die Rakete in Bewegung setzt. Läßt man die Größe der gasentwickelnden Fläche, welche durch die Construction der Bohrung bedingt ist, ferner die Größe des Zehrloches, wodurch die Geschwindigkeit der Ausströmung, und daher die Reaction modificirt wird, obwohl von höchster Wichtigkeit, aber doch nur in den mechanischen Theil, in die Anfertigung der Rakete gehörend, außer Acht, so bleibt nur die Zusammensetzung des Satzes als derjenige, Einfluß ausübende Umstand übrig, welcher in der gegenwärtigen Abhandlung zu besprechen ist. In Beziehung derselben ist das beim Schießpulver (262.) Gesagte auch hier anwendbar; es finden sich nämlich weder Stoffe anderer Art, noch in einem anderen Verhältnisse, als sie dort gebraucht wurden, durch welche eine größere Menge Gas in einer hinlänglich hohen Temperatur, d. i. eine größere Spannung erreicht werden könnte; beim Raketensatze darf jedoch die Entwicklung des Gases nicht momentan, oder in so kurzer Zeit, wie beim gewöhnlichen Schießpulver überhaupt erfolgen, indem die möglicherweise anwendbaren Hülsen niemals so viel Widerstandsfähigkeit haben, einen solchen plötzlichen Stoß, ohne zerrissen zu werden, auszuhalten. Diese Verlangsamung des Verbrennens kann aber in diesem Falle nach dem gerade Gesagten nicht durch eine Aenderung des Mischungsverhältnisses der Bestandtheile des Schießpulvers, ohne Nachtheil für die zu entwickelnde Kraft bewirkt werden, sondern nur auf mechanischem Wege durch die Verdichtung des Satzes zu einer festen Masse, an der die sich entwickelnden Gasarten nicht in das Innere einzudringen vermögen, und die Verbrennung daher schichtenweise vor sich gehen muß. Gewöhnlich setzet man dem Satze der Signalraketen überschüssige, grob verkleinerte Kohle zu, damit sich beim Aufsteigen derselben ein langer feuriger Streifen bilde. — Bei Zusammensetzung des Signalraketensatzes in der österreichischen Artillerie kommen auf 100 Salpeter, 16 Schwefel und 31.25 gröblich gepulverte Kohle, nebst 12.8 Mehlpulver, mithin im Ganzen ein Schießpulver mit überschüssiger Kohle. Dieser Treibsatz für Raketen wird insbesondere in der Lustfeuerwerkerei vielfach abgeändert, da es sich auch in diesem Falle nicht immer um die größtmöglichste Treibkraft handelt.

313. Von dem Brandsatze verlangt man, daß die in der Nähe befindlichen Gegenstände, z. B. Holz und andere vegetabilische Stoffe,

dadurch in Brand gesetzt werden. Temperaturerhöhung ist daher die Bedingniß für einen hiezu tauglichen Satz, und auch diese ist, so wie im vorigen Falle die Spannung, ein Moment, dessen Maximum (unter ähnlichen Sätzen) im Schießpulver gefunden wird. Diese hohe Temperatur muß auf den zu entzündenden Körper durch einige Zeit dauernd wirken; denn wenn auch durch das schnelle Verbrennen einer Pulvermasse eine bedeutend große Menge von Wärme frei wird, so entzündet doch aufblitzendes Pulver organische Körper nicht so leicht; diese sind nämlich, so wie sie sich in ihrer Zusammensetzung vorfinden, nicht brennbar; sondern müssen vorher die nothwendige Vorbereitung, trockene Destillation, erleiden, was durch Schießpulver nur dann sicher erreicht wird, wenn dessen Verbrennung einige Zeit anhaltend gemacht wird. Diese Verlangsamung in der Verbrennung des Schießpulvers kann aber nur durch hinlängliche Verdichtung erreicht werden, oder durch Beimengung von nicht zu großen Mengen von Salpeterschwefel, was aber schon zum Nachtheile der entwickelten Wärmemenge ist. Pech u. dgl. Zusätze, wie sie besonders in den Zusammensetzungen der ältern Sätze vorfindig sind, können theoretischer Weise niemals gebilliget werden, indem sie zu ihrer eigenen Zersetzung schon Wärme binden, welche sodann für den eigentlichen Zweck verloren gehet, und durch das Verbrennen des daraus gebildeten Kohlenwasserstoffgases, im Vergleiche mit dem Verbrennen der Kohle im Sauerstoffe des Salpeters, nicht ersetzt wird. Das Zündvermögen des Peches u. dgl., wenn es zu solchen Sätzen doch benützt wird, liegt daher keineswegs in der hohen Temperatur, die es erzeugen soll, sondern nur in dem Umstande, daß die entwickelte Hitze gerade so viel beträgt, und so lange dauernd sei, daß die nothwendige Destillation eingeleitet, und die brennbaren Gase entzündet werden können.

Die Zusammensetzung des in der österreichischen Artillerie eingeführten Brandsatzes, welcher in cilindrische Stücke gepreßt, in Bomben und Granaten gefüllt wird, gleicht beinahe ganz der des Salpeterschwefels, dem noch etwas Spießglanz zugesetzt ist, nämlich 75 Salpeter, 25 Schwefel, 4.16 Spießglanz und 4.16 Mehlpulver.

Von ähnlicher Zusammensetzung ist derjenige Satz, welcher in Zündlichten bei vorkommendem Regen statt des Luntens in Gebrauch genommen wird, Zündlichtsatz, und daher nur der Bedingniß zu entsprechen hat, die Brandeln und sonstigen Aufloderungen mit Schnelligkeit und Sicherheit auch unter ungünstigen Umständen zu entzünden, wozu gewöhnlich Mehlpulver mit nicht auf das feinste zerriebener Kohle, Mehlpulver und Salpeterschwefel u. s. w., genommen wird. In manchen Artille-

rien setzet man Spießglanz zu, dessen glühend ausgeworfene Partikeln erst in der Luft verbrennen, und daher schon aus mäßiger Entfernung die Entzündung eines andern Pulversatzes bewirken können. In Oesterreich nimmt man zu diesem Satze, der mit Leinöhl befeuchtet, in papierene Hülsen geschopft wird, auf 75 Thl. Salpeter, 12.5 Thl. Schwefel und 12.5 Thl. Spießglanz, nebst 18.75 Thl. Mehlpulver, mithin eine Zusammensetzung von Schießpulver und Salpeterschwefel, worin die Hälfte des Schwefels durch Spießglanz vertreten wird.

314. Zu den als Feuerleitungen dienenden Sätzen gehöret der Brandel- und Brandröhrensatz. Von dem ersteren fordert man, daß die Verbrennung in der möglichst kürzesten Zeit vor sich gehe, und dieses mit einer solchen Intensität, daß die darunter befindliche Patrone, auch bei dem längeren Zündlochkanale der größeren Kanonen, sicher entzündet werde. Nach dem bereits mehrfach Wiederholten wird es nicht zu bezweifeln sein, daß ein Satz aus Mehlpulver im unveränderten Verhältnisse seiner Dosirung, so wie auch mit Beimischung von Salpeterschwefel zu diesem Zwecke vollkommen genügen werde, wenn nur die Einrichtung getroffen wird, daß die in das Röhrchen eingeschopfte Masse nach dem Trocknen durchbohrt wird, damit das schnelle Durchgreifen der glühenden Gase möglich gemacht werde; indem gekörntes Pulver einzufüllen nicht anzurathen ist, da hiedurch wohl das gebrauchte Röhrchen zerrissen, aber nicht eben so gewiß das Durchgreifen der Flamme erfolgen möchte.

In Oesterreich verwendet man eine Masse von 11 Mehlpulver, 4 Salpeter und 1 Schwefel, welche mit 30gradigem Weingeiste befeuchtet, in Schilfröhrchen geschopft und nach dem Trocknen durchbohrt wird; der oben aufgesetzte muschelförmige Ansatz wird sodann noch mit Mehlpulver, um an demselben die eigentliche Entzündung bewerkstelligen zu können, versetzt. Die genannte Zusammensetzung stimmt mit 69 Thle. Schießpulver und 31 Thle. eines Gemenges von Salpeter und Schwefel überein, worin das Verhältniß von 4:1, statt wie im Salpeterschwefel 3:1 ist.

315. Der zweite hieher gehörige Satz ist der Brandröhrensatz, welcher die Bestimmung hat, die Verbrennung allmälich zu erleiden, und das von außen empfangene Feuer durch die hölzerne Hülse oder Röhre, in welche er festgeschlagen wird, nach einer bestimmten Zeit in das Innere des Hohlkörpers fortzupflanzen; aus dieser Ursache muß die Verbrennung mit einer solchen Gleichförmigkeit erfolgen, daß die Längen der verbrannten Satzsäulen der Dauerzeit der Verbrennung proportionirt sind. Auch hier ist es einleuchtend, daß hinlänglich verdichtetes Mehlpulver für sich allein oder

mit Zusatz von Salpeterschwefel die zweckmäßigsten Gemenge seien, und daß durch die Quantität des letzteren bei festgesetztem Grade der Compression die Raschheit der Verbrennung modificirt werden könne. — In Oesterreich hat man für die sehr schnell verbrennenden Sätze, wie es für die Brandröhren der aus Kanonen zu schießenden Granaten und Granatkartätschen nothwendig ist, bloß verdichtetes Schießpulver; für diejenigen Brandröhren, deren Verbrennung länger anhalten soll, wie für die der Granaten und Bomben, hat man Sätze aus Mehlpulver mit Zusatz von Salpeter und Schwefel in verschiedener Menge nach der Raschheit der Verbrennung, die gefordert wird; nämlich für 7, 10, 30 und 60pf. Granaten und Bomben dienet eine Mischung von 7 Mehlpulver mit 4 Salpeter und 2 Schwefel, für 3 und 6pf. Hohlkugeln, deren Satzsäule des kleineren Calibers bei weitem nicht so lange genommen werden kann, eine Mischung von 7 Mehlpulver, 8 Salpeter und 4 Schwefel. Ersterer der beiden Sätze entspricht, wie man nach gemachter Reduction ersiehet, einer Zusammensetzung von gleichen Theilen Schießpulver und Salpeterschwefel (mit einem Ueberschusse von 5 Thln. Schwefel), letzterer, der langsam brennende einer Zusammensetzung von 40 Schießpulver und 60 Salpeterschwefel (mit einem Ueberschusse von 8 Thln. Schwefel). — In diese Klasse von Sätzen kann auch der Auflodérungssatz gezählt werden, mit welchem Leuchtkörper an ihrem oberen zur Entzündung bloß gelegten Theile fest geschlagen werden, um durch das schnell vorübergehende Feuer der Ladung denselben sicherer zu entzünden, als es von dem besonders fest und etwas schwerer entzündlichen Leuchtsatze zu erwarten stehet. Seine Zusammensetzung ist 75 Salpeter, 18 Schwefel und 25 Spießglanz. — Endlich gehöret hieher die einfachste Feuerleitung, Stoppinen, wollene Fäden, welche mit Salpeterlauge getränkt und in einem Teige von Mehlpulver durchgeknetet sind.

316. Nebst den erwähnten für den Kriegsgebrauch in Anwendung stehenden Sätzen gibt es noch viele andere schießpulverartige Mischungen, welche durch Helligkeit und Farbenpracht, oft auch durch verschiedene Bewegungen das Auge ergötzen sollen. Ueber die Zusammensetzung solcher Sätze herrschen eben so die verschiedenartigsten Vorschriften, als durch Zusammenstellung der daraus angefertigten Feuerwerksstücke die mannigfaltigsten Darstellungen der Lustfeuerwerkerei hervorgebracht werden können. Im Folgenden werden einige der gebräuchlichsten Zusammensetzungen von den gewöhnlichsten Sätzen dieser Art angeführt, im Uebrigen aber auf die verschiedenen, die Lust- und Kunstfeuerwerkerei behandelnden Werke verwiesen.

Satz für Sternputzen, welche auch als Versetzung der Signalraketen dienen können, und die signalisirende Wirkung derselben noch erhöhen, bestehet aus 15 Salpeter, 5 Schwefel und 2 Mehlpulver (Salpeterschwefel mit 9 Proc. Mehlpulver).

Satz für Schwärmer und überhaupt Bränder. Gewöhnlicher: 8 Mehlpulver und 1 etwas gröbere Kohle, oder 16 Mehlpulver und 3 Cokes. — Brillantsatz: 5 Mehlpulver und 1 Späne von Gußeisen (besser von Stahl) oder 6 Mehlpulver und 1 Späne von Messing u. s. w.

Satz zum indianischen Weißfeuer: 24 Salpeter, 7 Schwefel und 2 rother Arsenik. Dieser Satz brennet mit fast unerträglichem Glanze; eine Büchse von 10″ Durchmesser an der Seeküste angezündet, gab ein Licht, das in der Entfernung von 40 Seemeilen gesehen werden konnte (310.).

Satz zum bengalischen Feuer: 24 Salpeter, 8 Schwefel und 3 Spießglanz.

Satz zu römischen Lichten: 8 Mehlpulver und 5 feine Kohle.

Satz zu Fixsternen: 16 Salpeter, 4 Schwefel, 4 Mehlpulver und 2 Schwefelantimon; dieselben Substanzen im Verhältnisse von 12:6:12:1 gibt hellere Sterne; eben so 4 Salpeter, 2 Schwefel, 16 Mehlpulver, 4 feine durch ein Haarsieb gegangene Kohlen (Goldregen).

Farbig brennende Sätze brauchen auf eine mit reinem weißem Lichte brennende Grundmischung den Zusatz irgend eines anderen Körpers, der durch das rasche Verbrennen der ersteren glühend ausgeworfen wird und hiebei die Färbung derselben modificirt. Zu jener Grundmischung eignet sich weder ein viel Mehlpulver enthaltender Satz, wegen des ihm eigenen röthlichen Lichtes, noch der mit der nothwendigsten Menge Mehlpulver versetzte Salpeterschwefel, welcher wohl die Bedingniß, ein reines weißes Licht zu erzeugen erfüllt, wodurch die durch den zugesetzten Stoff bedungene Nüancirung deutlicher hervorzutreten im Stande ist, aber nicht mit jener Raschheit und Temperaturerhöhung verbrennt, wie es zum Glühen der mitgerissenen Partikeln des zugesetzten Körpers nothwendig scheint. Man nimmt daher ein dem Salpeterschwefel analog zusammengesetztes Gemenge, aus 1 Atom chlorsaurem Kali und 2 Atom Schwefel (80:20), Chlorkalischwefel; als die Farbe hervorbringende Substanz dienen verschiedene Salze, wie aus Folgendem zu ersehen ist.

Rothes Feuer: 100 Chlorkalischwefel (aus 80 chlorsaurem Kali und 20 Schwefel), 170 salpetersaurer Strontian, 43 Schwefel und 3 feine Kohle; mit einer anderen Nüancirung von Roth brennt: 100 Chlorkali-

schwefel mit 40 kohlensaurem Kalke oder 100 Chlorkalischwefel, 25 Salpeterschwefel mit 31 kohlensaurem Kalke.

Grünes Feuer: 100 Chlorkalischwefel, 80 salpetersaurer Baryt, 10 Schwefel; ferner apfelgrünes Feuer: 100 Chlorkalisatz, 25 Borsäure und 5 Schwefel.

Blaues Feuer: 100 Chlorkalischwefel und 60 schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak.

Gelbes Feuer: 100 Chlorkalischwefel mit 50 salpetersaurem Natron.

Violetes Feuer: 100 Chlorkalischwefel, 80 kohlensaurer Kalk, 25 schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak und 5 Mehlpulver.

Schwere Metalle.

1. Mangan.

317. **D**as Mangan, Mn, ist ein graulich weißes, sprödes, äußerst strengflüssiges Metall von der Dichte 8.0, oxydirt sich an der Luft und im Wasser schon bei der gewöhnlichen Temperatur. Die magnetische Eigenschaft desselben wird von Manchen einem kleinen Eisengehalte zugeschrieben.— Es hat 5 Oxydationsstufen. Manganoxydul, $\dot{Mn}$, diejenige Verbindung, die bei der Behandlung des Braunsteines mit Schwefelsäure Behufs der Sauerstofferzeugung, die Basis des entstehenden Salzes wird. Manganoxyd, $\dddot{Mn}$, in der Natur als Braunit im Hydratzustande und in Verbindung mit ersterem $\dddot{Mn} + \dot{Mn}$, als Schwarzmanganerz. Letztere Verbindung ist es, die durch heftiges Glühen des Braunsteines ebenfalls bei der Sauerstoffgasbereitung zurückbleibt. Mangansuperoxyd, $\ddot{Mn}$, das mehrfach erwähnte und in der Natur vorkommende Manganerz, Braunstein. Endlich gibt es noch eine Mangansäure $\dddot{Mn}$, die nur in Verbindung mit Kali, und eine Uebermangansäure $\overset{\cdots\cdot}{Mn}$, die als eine leicht zersetzbare dunkelrothe Flüssigkeit dargestellt werden kann.

Die Anwendung des Braunsteines zur Sauerstoff- und Chlorgasentwicklung ist aus dem Früheren bekannt; er soll zu diesem Zwecke nicht kohlensaure Verbindungen enthalten, indem in dem einen Falle das Sauerstoffgas mit kohlensaurem Gase verunreiniget, in dem andern Falle aber doch der Werth des Braunsteines sehr verringert ist, daher auch zur Chlorbereitung die zu verwendende Braunsteinsorte auf die Menge des Sauerstoffgases, die es liefern kann, untersucht werden muß, um danach die für ein bestimmtes Quantum des Kochsalzes äquivalirende Menge dieses Minerals bestimmen zu können. Nebst dem dient der Braunstein in der Glasfabrication als Entfärbungsmittel des Glassatzes, zur Darstellung schwarzer Gläser und in der Emailmalerei mit dem gehörigen Flußmittel versetzt, als rothbraunes Pigment.

Das Mangan kommt in der Natur häufig im Braunsteine vor. Man erhält es nur schwierig metallisch durch Reduction des kohlensauren Manganoxyduls; nebstdem ist das Mangan ein sehr häufiger Begleiter der Eisenerze, dann auch ein sehr gewöhnlicher Nebenbestandtheil organischer Körper, wie es deren Asche zeigt.

2. Chrom.

318. Das Chrom, Cr, ein grauweißes, äußerst strengflüssiges Metall von der Dichte 5.9, löset sich nur in Flußsäure auf und oxydirt sich seines negativen Charakters wegen, durch Glühen mit Salpeter, wodurch chromsaures Kali entsteht. Sowohl das Chromoxyd, ein mehr oder minder dunkelgrünes Pulver, als auch die durch die Chromsäure gebildeten Salze finden in der Technik und in der Chemie vielfache Anwendung, und zwar: Chromoxyd in der Oehlmalerei als Chromgrün (grüner Zinnober), auch in der Porzellanmalerei. — Chromsaures Kali, $\dot{K}\ddot{Cr}$, und 2fach chromsaures Kali, $\dot{K}\ddot{Cr}^2$, welches sich aus dem erstern Salze nach vorhergehender Ansäuerung mit Essigsäure als schwerer löslich ausscheidet, und durch Auflösen im heißen Wasser in feuerrothen Krystallen erhalten wird, werden in der Färbekunst benützt, ersteres nebstbei zur Darstellung anderer Chrompräparate, so wie auch gegen Schimmel und Trockenmoder; letzteres entwickelt in großer Hitze oder mit Schwefelsäure übergossen, Sauerstoffgas, wozu es auf die letztere Art auch verwendet wird; nebst dem dienet es als Reagens, als flüssiger Leiter in der Bunsen'schen Kohlenbatterie u. s. w. Papier, in 2fach chromsaures Kali getaucht, brennt wie Zunder. (Von andern chromsauren Salzen siehe bei Blei und Quecksilber).

Das Chrom kommt niemals gediegen in der Natur vor; am häufigsten findet es sich als Chromoxyd mit Eisenoxydul und einigen andern Erden im Chromeisensteine; es wird nur im Kleinen durch Reduction des Oxydes mittelst Kohle dargestellt.

3. Kobalt.

319. Das Kobalt, Co, erscheint als ein grauweißes, hartes, sprödes, strengflüssiges Metall, von der Dichte 8.5, das magnetische Eigenschaften zeigt (attractorische und retractorische), aber in geringerer Stärke als das Eisen; es löset sich in Salpetersäure auf. — Kobaltoxyd, $\dot{Co}$, färbt schon in sehr geringer Menge Glasflüsse blau, daher es zum Bemalen des Porzellans, so wie des gemeinen Töpfergeschirres verwendet wird, und zur Darstellung der Smalte, der wichtigsten Verwendung des Kobalts. Das Kobaltoxyd ist die Basis der Kobaltsalze, welche carmoisinroth oder pfirsichblüthenroth sind. Unter diesen hat besonders das salpetersaure Kobaltoxyd bei Löthrohruntersuchungen Anwendung, z. B. für Bitter- und Thonerde.

Das salpetersaure und essigsaure Kobaltoxyd, auch das Chlorkobalt, geben sympathetische Tinten; die damit gemachten, wegen zu geringer Färbung fast unleserlichen Züge treten durch Erwärmung mit grüner oder blauer Farbe hervor, und verschwinden wieder beim Erkalten. Durch Wiederholung dieses Versuches, besonders bei etwas zu starker Erwärmung bleibt die Schrift endlich mit braunrother Farbe zurück.

320. Smalte ist ein durch Kobaltoxyd blau gefärbtes Glas. Zu deren Darstellung werden die Kobalterze in einem Giftfange (zur Gewinnung der als Mehl sich absetzenden arsenigen Säure) geröstet; die sodann gepulverte Masse (Zaffer) wird mit einem Kaliglassatze zusammengeschmolzen, das noch flüssige Glas in Wasser ausgeschöpft, sodann auf Mühlen gepocht, fein gemahlen und geschlemmt. Hiedurch erhält man Streublau als gröberes Glaspulver, die eigentliche Farbe oder Couleur, und das feinste und blasseste Pulver, Eschel. Farbe und Eschel werden mit C und E bezeichnet und nach der Farbenabstufung noch weiter sortirt in ordinär O, mittel M, fein F, feinfein FF, und auch noch weiter. Die vorzüglichste Sorte führt den Namen Königsblau oder Azurblau. Während des Schmelzens der Glasmasse sammelt sich unter der blauen Glasmasse die sogenannte Kobaltspeise, eine Metallmasse, die vorzüglich aus Arsenik, Nickel und Eisen besteht, und zur Darstellung des Nickels benützt wird. — Die Smalte wird verwendet zum Blaufärben der Gläser, zum Bemalen der Töpferwaaren jeder Art, ferner zur Fresco- und Zimmermalerei. Auch dient sie gemischt mit der Stärke als Waschblau (Neublau), zum Bläuen des Papieres, wovon jedoch die Federn schnell stumpf werden. Die nicht hinlänglich gemahlene Smalte wird als Streusand verwendet. In der Oehl- und Wassermalerei kann Smalte jedoch nicht gebraucht werden, da ihr die feine Vertheilbarkeit unter dem Pinsel mangelt.

Rinmannsgrün ist eine Verbindung von Kobalt- und Zinkoxyd in verschiedenen Nüancen nach dem Verhältnisse derselben, in der Oehl- und Wassermalerei auch grüner Zinnober genannt. — Thenardsblau, phosphorsaures Kobaltoxyd mit Thonerde vermischt und geglüht, ist ein dem Ultramarin nahe kommendes Pigment.

Das Kobalt kommt in der Natur meistens mit Schwefel und Arsen verbunden vor; es wird ferner in Begleitung mit Nickel in allem Meteoreisen gefunden, so wie überhaupt kein Kobalterz vorkommt, in welchem nicht zugleich Nickel enthalten ist, und umgekehrt. Es wird, da es als Metall ohne Anwendung ist, im Großen nicht ausgebracht, sondern nur im Kleinen durch Reduction des Oxyds mittelst Kohle oder Wasserstoff dargestellt, oder durch Glühen des kleesauren Salzes.

4. Nickel.

321. Das Nickel, Ni, ist ein fast silberweißes Metall, sehr strengflüssig, von der Dichte 8.66 bis 8.8; es besitzt eine so große Geschmeidigkeit, daß es sich zu dünnen Blechen ($^1/_{100}$" dick) auswalzen, und zu feinem Drahte ($^1/_{50}$" im Durchmesser) ziehen läßt. Es wird vom Magnete fast eben so stark wie das Eisen angezogen und nimmt auch attractorische Eigenschaften an, so daß Magnete aus demselben dargestellt werden können; durch Erhitzung bis 280° verliert es seinen Magnetismus. Das Nickel bleibt in der Luft unverändert, läuft in der Hitze wie Stahl mit Regenbogenfarben an, und verbrennt in der Weißglühhitze wie Eisen. Das beste Auflösungsmittel desselben ist Salpetersäure. Es bildet mit dem Sauerstoffe, nebst einem Superoxyde, ein Oxyd, $\dot{N}i$, welches durch Ausglühen des salpetersauren oder kohlensauren Nickeloxydes erhalten wird, oder durch Fällung mittelst Kali aus den Auflösungen seiner Salze, die im wasserhaltigen Zustande grün gefärbt erscheinen. — Die wichtigste und fast einzige Anwendung, die man vom Nickel macht, ist zu einer Legirung mit Kupfer und Zink, die aus China unter dem Namen Pakfong, d. i. Weißkupfer abstammt, gegenwärtig auch unter dem Namen Argentan oder Neusilber allgemein fabricirt wird. (Ein Näheres davon beim Kupfer.)

Das Nickel, der gewöhnliche Begleiter des Kobalts, kommt nicht sehr verbreitet in der Natur vor. Gediegen findet es sich im Meteoreisen, mit Arsen in Verbindung im Kupfernickel, dem wichtigsten Nickelerze; aus diesem oder aus der im Wesentlichen auf gleiche Art zusammengesetzten Kobaltspeise wird das Nickel metallisch dargestellt.

5. Arsen.

322. Das Arsen, Arsenik, As, ist von stahlgrauer Farbe und starkem Glanze, so spröde, daß es sich leicht pulvern läßt, hat eine Dichte von 5.8. Es schmilzt nicht, sondern verflüchtigt sich bei 144° in knoblauchartig riechenden Dämpfen, welcher Geruch den Dämpfen des Metalles, nicht denen der arsenigen Säure eigen ist. Seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe ist sehr groß, an der Luft liegend läuft es schwarz an (Häutchen von Suboxyd), im Sauerstoffgase erhitzt, verbrennt es zu arseniger Säure mit blaßblauer Flamme, mit Salpeter gemischt und angezündet verpufft es mit Heftigkeit, mit chlorsaurem Kali schon durch den Schlag mit dem Hammer zu arsensaurem Kali. Salpetersäure oxydirt es zu arseniger, und Königswasser zu Arseniksäure oder Arsensäure.

Arsenige Säure, $\overset{\cdots}{As}$, auch Giftmehl, Rattenpulver, Hüttenrauch, weißer Arsenik, wird als Nebenproduct, z. B. beim Rösten der Kobalterze, oder als Hauptproduct beim Rösten des Giftkieses unter Zutritt der atmosphärischen Luft gewonnen.

Die arsenige Säure ist eine glasartige Masse von muschlichtem Bruche, frisch durchscheinend, allmälich aber wird sie porzellanartig und undurchsichtig; die Dichte derselben ist 3.7. Sie ist geruchlos, so wie auch deren Dämpfe, in welche sie sich in der Hitze verwandelt und welche sich an kalten Körpern als Mehl absetzen. Im kalten Wasser ist sie nur schwer löslich, leichter im heißen; sie wirkt giftig.

Die Hüttenanlagen, in denen die Erzeugung der arsenigen Säure und anderer arsenikalischen Producte vorgenommen wird, unter dem Namen Gifthütten bekannt, müssen gehörig isolirt von bewohnten Plätzen und angebauten Gegenden sein, weil trotz zweckmäßig angebrachter Condensationsräume stets mehr oder weniger arsenikalische Dämpfe sich verflüchtigen und ringsumher auf Pflanzenwachsthum, so wie auf Menschen und Thiere mit der Zeit nachtheilig einwirken.

Arsensäure, $\overset{\cdots\cdot\cdot}{As}$, wird durch Kochen von arseniger Säure mit 12 Thln. Salpetersäure und 1 Thl. Salzsäure, und durch darauf folgendes Abdampfen und Schmelzen, als eine milchweiße feste Masse erhalten; sie ist in der Luft zerfließlich, im Wasser sehr leicht löslich und wirkt giftiger als die vorige. In der Glühhitze wird sie in arsenige Säure und Sauerstoff zerlegt. — Beide Orydationsstufen werden durch Glühen mit Kohle zu metallischem Arsen reducirt; geschieht dieses in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre, so sublimirt sich Arsenmetall und bildet am Glase einen Metallspiegel, wodurch, wenn die Glasröhre über dem Gemenge in ein enges Röhrchen ausgezogen würde, auch die kleinste Menge von Arsen angezeigt wird. Bricht man sodann die Glasröhre ab und kratzt den Metallspiegel auf glühende Kohle, so gibt sich das verflüchtigende Metall durch den Geruch kund. Auch arsenige Säure auf glühende Kohle gelegt, verbreitet den knoblauchartigen Geruch, in Folge der zuerst statt findenden Reduction, was aber nicht der Fall ist, wenn es z. B. auf Platinblech gelegt wird.

Arsenwasserstoffgas, AsH^3, wird erhalten, wenn man auf eine Legirung von Zink oder Zinn mit Arsen concentrirte Salzsäure unter gelinder Erhitzung einwirken läßt, so wie überhaupt, wenn Wasserstoff im Entstehungszustande mit irgend einer Arsenverbindung (außer Schwefelarsen) zusammentrifft. Es ist ein farbloses Gas von widrigem, Ekel erregendem Geruche, wirkt in kleinster Menge eingeathmet, äußerst giftig,

verbrennt mit bläulich weißer Flamme, wird durch Glühen in Arsen und Wasserstoffgas zersetzt, z. B. wenn es durch eine glühende Röhre streicht, wo an der kalten Stelle das Arsen als Metallspiegel erscheint (Marsh Methode, das Arsen zu entdecken); ein solcher Metallspiegel entsteht auch, wenn das aus einer Röhre ausströmende Gas entzündet und ein Stück Porzellan in die Flamme gehalten wird. — Quecksilberchloridlösung wird selbst noch durch $\frac{1}{10000}$ dieses Gases getrübt.

Arsen geht mit dem Schwefel bestimmte Verbindungen ein, wovon hier nur das einfach und anderthalb Schwefelarsen erwähnt wird. — Einfach Schwefelarsen, AsS, Realgar, rothes Schwefelarsenik, auch unter dem Namen Arsenikglas, Arsenikrubin in der Natur vorkommend; künstlich wird es durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Arsen oder arseniger Säure bereitet; eine rubinrothe, glasige Masse, unauflöslich im Wasser und Weingeiste, sublimirbar. — Anderthalbfach Schwefelarsen, As^2S^3, Rauschgelb, Auripigment, Operment, findet sich ebenfalls in der Natur vor; künstlich wird es bereitet durch Fällung der arsenigen Säure mittelst Schwefelwasserstoffgases (siehe Untersuchung des Schwefels); ein im Wasser und Weingeiste unlösliche Masse von citronengelber Farbe, ebenfalls sublimirbar.

Das Arsen geht mit vielen Metallen Verbindungen ein; die geschmeidigen werden in Verbindung damit spröde, die schwer schmelzbaren leichtflüssiger. Es kommt auch häufig in der Natur als unerwünschter Begleiter anderer Metalle vor, von denen es durch Rösten nicht vollständig abgeschieden werden kann.

Zur Erkennung des Arsens in den Salzen seiner beiden Säuren gibt es nebst dem Schwefelwasserstoffgase noch eine Menge anderer Reagentien, die jedoch, wenn ein gerichtlich chemischer Zweck vorliegt, nicht genügen, indem in diesem Falle jederzeit die Darstellung des Arsens im metallischen Zustande gefordert wird.

Anwendung. Das metallische Arsen wird zur Darstellung einiger Legirungen benützt. — Die arsenige Säure dient zur Darstellung aller Arsenpräparate, als Gift gegen schädliche Thiere, als Mittel, ausgestopfte Thiere vor der Zerstörung durch Insekten zu bewahren (Bécoeur's conservirende Seife), ferner in der Thier- und Menschenheilkunde, gegen Holzschwamm und Fäule, endlich auch in der Glasfabrication. — Das rothe Schwefelarsenik ist ein Bestandtheil des indianischen Weißfeuers (316.). Nebst dem finden beide der angeführten Schwefelverbindungen in der Malerei und Lackirkunst Anwendung; ferner einige Salze, wie arsenigsaures

Kali, in der Färberei; dann arsenigsaures Kupferoxyd (durch Vermischung von Kupfervitriol und arsenigsaurem Kali) als Scheel'sches Grün unter verschiedenen Namen: Schweinfurther-, Mitis-, Wiener- oder Kirchberger-, Kaiser-Neugrün u. a. m.

Sowohl das Arsenmetall, als die meisten seiner Verbindungen wirken sehr giftig auf den thierischen Organismus. Die meisten Vergiftungen werden jedoch mit der im Handel häufig vorkommenden arsenigen Säure bewirkt. Man hat ehemals gegen die Arsenikvergiftung Brechmittel, Schwefelwasserstoffgas, alkalische Lauge und schleimige Decocte empfohlen. Wohl können Brechmittel, gleich nach geschehener Vergiftung angewendet, als Ausleerungsmittel hilfreich sein; doch die übrigen können als wahre Antidote nicht gelten, da sie zwar die arsenige Säure binden (schleimige Decocte hüllen dieselbe nur ein), aber dadurch nicht unschädliche, sondern nur minder giftige Producte bilden, nämlich Schwefelarsen oder arsenigsaures Kali. Als einziges oder sicherstes Antidot, wie es durch vielfache Versuche an Thieren erwiesen ist, dient Eisenoxydhydrat, welches 3fach basisches arsenigsaures Eisenoxyd, $\ddot{A}s\ddot{F}e^4$, erzeugt und nicht die mindeste schädliche Einwirkung für den thierischen Organismus hat. Es wird zu diesem Zwecke lothweise in ein schleimiges Vehikel gegeben. Mehre Hunde, jeder mit einer Drachme gepulverten weißen Arseniks vergiftet, wurden durch die 8 bis 10fache Menge des genannten Präparates vom Vergiftungstode gerettet.

Das Arsen kommt in der Natur sowohl gediegen, als auch im geschwefelten Zustande, als Realgar und Rauschgelb, dann in Verbindung mit Eisen und Schwefel, als Arsenikkies, $FeAs^2 + FeS^2$, mit Nickel, mit Kobalt u. s. w. vor. Die Darstellung desselben geschieht entweder durch Sublimation des Arsenikkieses, wobei Schwefeleisen zurückbleibt, oder durch Reduction der arsenigen Säure mit kohlensaurem Kali und Kohle (Scherbenkobalt, Fliegenstein, auch grauer Arsenik).

6. Antimon.

323. Das Antimon, Stibium, Sb, auch Spießglanzmetall, ist von silberweißer Farbe, starkem Glanze und blätterig strahligem Gefüge (unrein erscheint es zinnweiß). Es hat eine Dichte von 6.7, ist nicht bedeutend hart, aber so spröde, daß es sich pulvern läßt. Es schmilzt bei schwacher Rothglühhitze (340°) und verflüchtigt sich bei Ausschluß der Luft erst in der Weißglühhitze; man kann es jedoch nur dann ohne Schwierigkeit überdestilliren, wenn gleichzeitig ein Strom von kohlensaurem Gase darüber streicht, die stagnirenden Dämpfe des Metalles mit fortreißt und hiedurch das Entstehen neuer begünstiget, wie es bei der Reduction des Antimon-

oxyds mittelst Kohle der Fall ist. — An der Luft verändert sich das Antimon bei der gewöhnlichen Temperatur nicht; durch Schmelzen und Erhitzen bis zum Rothglühen verbrennt es mit bläulich weißem Lichte zu Antimonoxyd, $\dot{S}b$, was als weißer Rauch davon geht, sich an kältern Körpern condensirt und öfters in weißen silberglänzenden Nadeln anschießt.

Läßt man einen Tropfen dieses bis zum Weißglühen erhitzten Metalles auf die Erde fallen, so entsteht aus der strahlenförmig zerspringenden und verbrennenden Metallkugel ein leuchtender Stern, was auch bei andern leicht schmelzbaren und leicht entzündbaren Metallen der Fall ist; auf dem Boden ist der Weg der aus einander fahrenden Theilchen durch adhärirendes Oxyd bezeichnet. Am Ende von fast jeder solchen Oxydlinie findet man ein ungemein kleines Kügelchen von Metall, dem es zum gänzlichen Verbrennen an Hitze fehlte. Ueberläßt man aber eine solche Kugel des Antimons, so wie sie, auf der Kohle liegend, mit dem Löthrohre bis zum Weißglühen erhitzt wurde, einem langsamen Erkalten, so fährt sie noch fort zu verbrennen und erscheint nach dem Erstarren von den erwähnten silberglänzenden Krystallen wie mit einem Netzgewebe umstrickt.

Salpetersäure oxydirt das Antimon, verbindet sich aber nicht mit demselben, wenigstens läßt sich durch gehöriges Auswaschen die Salpetersäure ganz entfernen. Auf diese Art oder durch Fällung aus einer Chlorürlösung mittelst Kali erscheint das Antimon als ein schmutzig weißes Pulver, das so wie die meisten Antimonpräparate brechenerregend wirkt, in der Rothglühhitze zu einem gelben Glase schmilzt und sich, geschützt von Luftzutritt, unverändert sublimirt. An der Luft erhitzt, oxydirt es sich höher. Durch Kohle wird es leicht zu Metall reducirt. — Schwefelsäure concentrirt und kochend angewendet, verwandelt das Antimon in schwefelsaures Antimonoxyd; Salzsäure greift es jedoch nur wenig an, obwohl Schwefelantimon davon aufgelöst wird und auch Wasser, wenn dessen Dämpfe über das glühende Metall streichen, mit Energie zersetzt wird. Das beste Auflösungsmittel desselben ist Königswasser.

Nebst dem gibt es eine antimonige Säure, $\ddot{S}b$, und Antimonsäure, $\dddot{S}b$, wovon letztere durch Verpuffen von gepulvertem Antimon mit sechs Theilen Salpeter als im Wasser auflösliches antimonsaures Kali gebildet wird und durch Fällen mit verdünnter Schwefelsäure als unlöslich ausgeschieden wird, erstere hingegen durch theilweise Desoxydation der Säure oder durch höhere Oxydation des Oxydes, in beiden Fällen durch Erhitzung dargestellt wird.

Antimonwasserstoff, SbH^3, bildet sich mit viel Wasserstoff gemengt, wenn Wasserstoff im Augenblicke seiner Ausscheidung mit Antimonoxyd oder einem Antimonsalze, z. B. Brechweinstein, zusammentrifft, zu welchem Zwecke man Zink mit Schwefelsäure übergießt und die Antimonverbindung zusetzt. (Auch eine Legirung von 2 Zink und 1 Antimon ent-

wickelt mit Schwefelsäure übergossen, dieses Gas.) Es ist ein farbloses, vom Wasser nicht absorbirbares Gas, das durch eine erhitzte Röhre geleitet, einen Metallspiegel gibt, wie Arsenwasserstoffgas.

Um bei Untersuchungen zu erkennen, ob dieser Metallspiegel Antimon oder Arsen sei, oder ein Gemenge beider, lasse man durch die Glasröhre, in der er gebildet wird, einen schwachen Strom von Schwefelwasserstoffgas durchstreichen, wobei man den Metallspiegel gelinde erwärmt. Bestand derselbe nur aus Arsen, so bildet sich gelbes Schwefelarsen in der Röhre, bestand er nur aus Antimon, so entsteht orangefarbenes oder schwarzes Schwefelantimon; war es ein Gemenge beider Metalle, so findet sich das entstandene flüchtigere Schwefelarsen immer vor dem Schwefelantimon. Läßt man sodann trockenes salzsaures Gas durch dieselbe Röhre streichen (ohne Erwärmung), so bleibt das Schwefelarsen unverändert, das Schwefelantimon aber und das darüber streichende Gas zersetzen sich und Antimonchlorid wird entfernt.

Von den Schwefelverbindungen des Antimons, deren es correspondirend mit den Oxydationsstufen drei gibt, ist besonders das dem Oxyde entsprechende von Wichtigkeit.

Schwefelantimon, SbS^3, kommt in der Natur als Grauspießglanzerz, dem gewöhnlichsten Antimonerze, vor. Durch Aussaigern von der Gangart getrennt, erscheint das Spießglanz, rohes Spießglanz, Antimonium crudum (wie die gebräuchlichsten Namen dieser Schwefelverbindung sind), mit bleigrauer Farbe, metallischem Glanze und strahlenförmigem Gefüge, in der Dichte von 4.0. Es ist sehr spröde, läßt sich leicht pulvern, ist luftbeständig, leicht schmelzbar und von dem Zutritte der Atmosphäre geschützt, läßt es sich unverändert überdestilliren. Durch Erhitzung an der Luft wird es unter Entbindung von schwefliger Säure in antimonige Säure mit eingemischtem Oxyde verwandelt, unter dem Namen graues Spießglanzoxyd oder Spießglanzasche; durch concentrirte Salzsäure wird es unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas zersetzt. Auf künstlichem Wege wird diese Verbindung durch directes Zusammenschmelzen der Bestandtheile erhalten. Auch auf nassem Wege läßt sich durch Schwefelwasserstoffgas aus dem Chlorür oder aus Brechweinstein, Schwefelantimon von derselben Zusammensetzung, aber mit rothgelber Farbe unter dem Namen Kermes abscheiden.

Mit Kali und Natron verbindet sich dieses Schwefelantimon auf trockenem sowohl als nassem Wege und stellet damit die sogenannte Spießglanzleber dar, als eine braunrothe, nach Schwefelwasserstoffgas riechende und leicht feucht werdende Masse. Im heißen Wasser löset sie sich größtentheils auf; das ungelöste mit brauner Farbe zurückbleibende ist eine bestimmte Verbindung von Schwefelantimon und Antimonoxyd unter dem Namen Metallsafran. Beim Er-

kalten setzt sich der schon erwähnte Kermes ab. Aus der kalt gewordenen Auflösung scheidet sodann eine zugesetzte Säure einen Niederschlag ab, der eine höhere Schweflungsstufe ist und von seiner rothgelben Farbe den Namen Goldschwefel hat; SbS^5. Eine dazwischen stehende Schweflungsstufe ist durch SbS^4 ausgedrückt. Für die Darstellung dieser besonders in der Medicin gebrauchten Präparate gibt es verschiedene Vorschriften.

Die Salze des Antimonoxyds haben einen ekelerregenden Geschmack und verursachen Erbrechen. Durch viel Wasser werden sie getrübt, indem sie sich in ein saures lösliches und in ein basisches unlösliches Salz scheiden, was durch einen Zusatz von Weinsteinsäure vermieden wird. Die durch reine und kohlensaure Alkalien in denselben bewirkten Niederschläge sind von weißer Farbe und lösen sich nicht im Uebermaße des Fällungsmittels; durch Schwefelwasserstoffgas wird Schwefelantimon mit feuerrother Farbe gefällt, das in Schwefelwasserstoff-Ammoniak löslich ist. Durch Zink wird Antimon metallisch als schwarzes Pulver gefällt.

Chlorantimon, Antimonchlorür, $SbCl^3$. Man erhält es durch Destillation eines Gemenges von Quecksilberchlorid und gepulvertem Antimon oder Schwefelantimon. Diese Verbindung ist eine butterartige Masse, Antimonbutter, die zu einer öhlartigen ätzenden Flüssigkeit schmilzt, in Salzsäure löslich ist, aber durch Wasser zersetzt wird in ein unlösliches weißes Pulver, das eine Verbindung von Chlorür mit Oxyd ist, $SbCl + 3\ddot{S}b$, basisches Chlorantimon, Antimonoxydchlorür, Algarothpulver, während ein Theil als Chlorür mit der entstandenen Salzsäure im Wasser gelöst bleibt (basisches und saures salzsaures Antimonoxyd). Auch durch Auflösen des Antimons in Königswasser (aus 5 Thln. Salzsäure und 1 Thl. concentrirte Salpetersäure zusammengesetzt) erhält man diese Verbindung aufgelöst mit überschüssiger Salzsäure, durch Abdampfen und Destilliren aber ebenfalls wasserfrei.

Legirungen. Das Antimon verbindet sich mit den meisten Metallen und vermehrt deren Härte und Sprödigkeit. Die Legirungen mit Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Quecksilber, die in allen Verhältnissen dargestellt werden können, folgen sammt ihrer Anwendung bei den betreffenden Metallen.

Das Antimon verbindet sich auch leicht mit dem Kalium und Natrium, wenn es mit einem Alkali in Gegenwart von Kohle geschmolzen und bis zum Glühen erhitzt wird. Diese Legirung ins Wasser geworfen, entwickelt Wasserstoffgas und hinterläßt Antimon. Nach der Menge, welche vom Alkalimetalle enthalten ist, kann sie sich auch in feuchter Luft oder doch auf feuchtem Papiere entzünden. Diese Eigenschaft tritt in höherem Maße hervor, wenn durch überschüssige Kohle die entstehende Masse eine sehr poröse Textur erhält. 30 Thle. des in der Pharmacie häufig angewendeten Brechweinsteines (weinsteinsaures

Antimonoxydkali ($\dot{K}\bar{\bar{T}} + \dddot{S}b\bar{\bar{T}} + 2aq$), 1 Thl. Kohle und 1 Thl. Kienruß in einem (bis auf eine kleine Oeffnung zum Entweichen der Gasarten) lutirten Tiegel, einer heftigen Weißglühhitze ausgesetzt, liefern ein Product, welches die Eigenschaft, sich fulminirend zu entzünden, im ausgezeichneten Grade besitzt, so daß der Tiegel nicht ohne Gefahr vor seinem gänzlichen Erkalten geöffnet werden darf, und selbst dann die Masse nur schwierig in ein anderes Gefäß zu überleeren ist.

324. Das Antimon als Metall wird vorzüglich zur Darstellung verschiedener Legirungen angewendet, von denen erst bei den nachfolgenden Metallen die Rede sein wird. Von den Verbindungen dieses Metalles dienen viele in der Medicin, die Oxygenverbindungen in der Emailmalerei und zum Färben des Glases, die Spießglanzbutter zum Bruniren des Eisens (siehe dort), das Schwefelantimon, Spießglanz, das Antimon der österreichischen Artillerie wird in der Feuerwerkerei zur Erzeugung von Sätzen gebraucht, welche mit weißem und intensivem Lichte, oder auch mit starkem Funkensprühen verbrennen sollen, wie es (313.) in der Abhandlung über Feuerwerkssätze besprochen wurde; mit chlorsaurem Kali gemengt, was nur im nassen Zustande, oder doch sonst nur in sehr kleinen Portionen mit größter Vorsicht geschehen darf, liefert es Percussionspräparate, Frictionsmischungen u. dgl. (307.); nebst dem dient das Schwefelantimon zur Darstellung des metallischen Antimons. — Die zum Behufe der Feuerwerkerei nothwendige Reinheit des Spießglanzes erkennt man durch Erhitzung desselben bei abgeschlossenem Luftzutritte, indem es sich hiebei vollkommen verflüchtiget.

Um das Schwefelantimon in einem schießpulverähnlichen Gemenge zu entdecken, laugt man eine kleine Menge desselben mit Wasser aus und behandelt den Rückstand, in welchem Schwefel, Kohle und Schwefelantimon vorhanden sein können, mit Salzsäure, wodurch dasselbe, wenn es vorhanden ist, zersetzt, Schwefelwasserstoffgas entbunden, und Antimon aufgelöst wird; letzteres wird durch Schwefelwasserstoffgas neuerdings mit feuerrother Farbe gefällt. Soll die Menge des Schwefelantimons in einem solchen Präparate angegeben werden, so wird eine gewogene Menge desselben auf dieselbe Weise, wie es gerade erwähnt wurde, behandelt; das Schwefelwasserstoffgas läßt man so lange durchstreichen, bis die Flüssigkeit deutlich danach riecht. Hierauf läßt man das Ganze bei sehr gelinder Wärme so lange stehen, bis der Geruch verschwunden ist, damit nicht eine, wenn auch nur geringe Menge des neugebildeten Schwefelantimons aufgelöset bleiben könnte. Der Niederschlag wird sodann gesammelt, mit Wasser ausgewaschen und bei sehr gelinder Wärme getrocknet. Obwohl das künstliche und das natürliche Schwefelantimon auf gleiche Art zusammengesetzt sind, die hier erhaltene Menge des Niederschlags daher als die gesuchte gelten kann, so

ist es doch genauer, das Antimon aus demselben durch Erhitzen in trockenem Wasserstoffgase metallisch darzustellen, um eine Irrung durch eine eingemengte höhere Schweflungsstufe zu vermeiden; aus der Menge des metallischen Antimons müßte die Menge des Spießglanzes berechnet werden.

Das Antimon kommt höchst selten gediegen vor, meistens an Schwefel gebunden im Grauspießglanzerze, aus welchem durch Ausseigern das rohe Spießglanz in Töpfen (auch in Röhren und in Flammenöfen) von der begleitenden Gangart getrennt wird. — Aus diesem wird sodann das metallische Antimon erhalten, indem man es entweder durch weißglühendes Eisen zersetzt, wobei sich das Antimon unter einer Decke von Schwefeleisen sammelt, oder indem man es röstet, und die erhaltene Antimonasche mit Kohle und Pottasche oder mit rohem Weinstein gemengt zusammenschmilzt. Durch wiederholtes Schmelzen mit kohlensaurem Natron unter Zusatz von rohem Spießglanz wird es von fremden Beimengungen, als: Eisen, Schwefel, Arsen, befreit. Vom Blei kann es nur auf nassem Wege getrennt werden.

Auch aus einem Gemenge von 8 Thln. gepulvertem (nicht geröstetem) Schwefelantimon, 6 Thln. rohem Weinsteine und 3 Thln. Salpeter, welches nach und nach in einen glühenden Tiegel eingetragen und dann bedeckt bis zum Flusse geschmolzen wird, erhält man nach dem Erkalten unter einer Schlacke von schwefelsaurem Kali und spießglanzhaltiger Schwefelleber, das metallische Antimon oder den Spießglanzkönig. Wenn die Hitze zu groß ist, so ist der erhaltene Regulus kaliumhaltig und entwickelt, mit Wasser übergossen, Wasserstoffgas. Man befreit es davon durch nochmaliges Schmelzen, wobei man $^1/_{10}$ Salpeter allmälich und vorsichtig zusetzt.

7. Wismuth.

325. Das **Wismuth**, **Bismuthum, Bi,** hat eine weiße Farbe mit einem Stich ins Röthliche, viel Glanz, ein großblätteriges Gefüge und eine Dichte von 9.9. Es ist spröde, so daß es sich pulvern läßt (reines Wismuth läßt sich durch vorsichtiges Hämmern etwas fletschen). Es schmilzt schon bei 196°, (nach Rudberg hingegen soll sein Erstarrungspunkt erst bei 212° liegen), dehnt sich beim Festwerden bedeutend aus und kann leicht auf die beim Schwefel angegebene Art in Krystallen erhalten werden, welche in kleinen treppenartigen Würfeln über einander gehäuft sind. In sehr hoher Temperatur ist es flüchtig. Das Wismuth wird von verdünnter Salzsäure nur sehr wenig angegriffen, durch kochende concentrirte Schwefelsäure aber unter Entwicklung von schwefliger Säure in schwefelsaures Wismuthoxyd verwandelt. Chlor in Gasform darüber geleitet, wirkt sehr kräftig auf dasselbe ein, so daß selbst Feuererscheinung dabei eintritt, und bildet Wismuth-

chlorid, eine butterartige Masse, die leicht schmilzt und sich sublimiren läßt. Das beste Auflösungsmittel für dasselbe ist Salpetersäure, welche jedoch, wegen der äußerst heftigen Einwirkung, nicht concentrirt sein darf.

An der Luft verliert es nur ganz allmälich seinen Glanz; erhitzt unter dem Zutritte der Luft überzieht es sich mit einer rothbraunen Haut, die immer dicker wird und sich beim Hinwegnehmen von der geschmolzenen Oberfläche gleich wieder erneuert, Suboxyd (Wismuthasche), das durch Erhitzung leicht zu Oxyd verbrennt.

Wismuthoxyd, $\dot{Bi}$, erhält man, wenn das Metall bis zum Weißglühen erhitzt wird, wobei es mit schwacher kaum bemerkbarer Flamme verbrennt und das gebildete Oxyd als gelbes Pulver sublimirt wird (flores bismuthi). Auch durch Glühen des basischen salpetersauren Wismuthoxyds erhält man dasselbe. Das Wismuthoxyd erscheint als ein strohgelbes Pulver, das in stärkerer Hitze zu einem dunkelbraunen, beim Erkalten wieder gelb werdenden Glase schmilzt, hiebei Kieselerde, Thonerde und andere Metalloxyde aufnimmt (Anwendung desselben in der Glasmalerei). Mit Wasser bildet es ein weißes Hydrat, mit Säuren farblose Salze, wovon mehre, als das salpetersaure Wismuthoxyd, das Wismuthchlorid u. s. w., durch Wasser so zerlegt werden, daß ein basisches unlösliches Salz niederfällt, während die frei gewordene Säure einen Theil des Salzes aufgelöst enthält. Die durch reine oder kohlensaure Alkalien bewirkten Niederschläge in Wismuthsalzen sind im Uebermaße des Fällungsmittels unlöslich. Schwefelwasserstoffgas bringt auch in der sauren Auflösung dieser Salze einen schwarzen Niederschlag von Schwefelwismuth hervor. Zink fällt das Wismuth metallisch als schwarze schwammige Masse.

Nebst dem Oxyde gibt es ein Wismuthsuperoxyd, B^2O^3. — Schwefelwismuth kommt in der Natur als Wismuthglanz vor; künstlich wird es erhalten durch Zusammenschmelzen der Bestandtheile oder durch Zersetzung eines Wismuthsalzes mittelst Schwefelwasserstoffgas.

Von den Legirungen sind die mit den folgenden Metallen, Zinn und Blei, zu leichtflüssigen Metallgemischen bemerkenswerth, welches auch die Hauptanwendung des Wismuthes ist.

Das Wismuth kommt in der Natur nicht häufig vor, aber meistens gediegen, und wird aus seinen Erzen durch bloßes Aussaigern von der Gangart getrennt. Zu diesem Zwecke wird das zerkleinerte Erz in Röhren, welche etwas geneigt quer durch einen Ofen gelegt sind, eingetragen und so weit erhitzt, bis das Wismuth schmilzt; das durch eine Oeffnung ablaufende Metall sammelt sich in einem Kessel, der zur Verhütung der Oxydation zum

Theil mit Kohlenstaub gefüllt ist. In diesem Zustande ist es keineswegs rein, sondern mit Arsen, Eisen und auch andern Metallen verunreiniget, wovon es zum Theil durch anhaltendes Schmelzen mit einer geringen Menge von Salpeter gereinigt werden kann. — Chemisch rein erhält man das Wismuth, wenn man das basische salpetersaure Wismuthoxyd, das sich frei von den, das käufliche Wismuth verunreinigenden Bestandtheilen präcipitirt, mittelst schwarzen Flusses bei gelinder Hitze reducirt.

8. Zink.

326. Das Zink (früher auch Spiauter, Spelter genannt), Zn, hat eine bläulich weiße Farbe, starken Glanz, ein stark blätteriges Gefüge und eine Dichte von 6.86, welche durch Walzen und Hämmern bis auf 7.2 steiget. Es hat eine eigene Weichheit, indem es in den Vertiefungen der Feile, womit es bearbeitet wird, sitzen bleibt. Reines Zink läßt sich bei der gewöhnlichen Temperatur zu Blechen auswalzen, nicht aber das im Handel vorkommende, welches hiebei spröde erscheint und nur in der höhern Temperatur von 96 bis 120° sich zwischen Walzen und im Drahtzuge bearbeiten läßt; in noch höherer Temperatur wird es wieder so spröde, daß es sich im Mörser zu Pulver stoßen läßt. Das Zink schmilzt bei 330°, in höherer Temperatur wird es flüchtig, daher es auch überdestillirt werden kann. Das Zink zersetzt das Wasser in der Glühhitze, so wie durch die disponirende Einwirkung einer wasserhaltigen Säure unter Entbindung von Wasserstoffgas; es löset sich daher in verdünnter Schwefelsäure, Salzsäure u. s. w. auf.

Dem Einflusse der atmosphärischen Luft ausgesetzt, verliert das Zink allmälich seinen Glanz und überzieht sich endlich mit einer hellgrauen Rinde, die sich auch dann bildet, wenn das Metall längere Zeit unter Wasser liegt, oder wenn es in einer die Schmelzhitze nicht übersteigenden Temperatur gehalten wird. Diese Rinde ist das Suboxyd des Metalles; sie nimmt nach einiger Zeit an Dicke nicht weiter zu, ist hart und haftet fest auf der Oberfläche des Metalles, welches dadurch gegen die weitere Einwirkung der Luft und des Wassers geschützt bleibt, was für die gewöhnliche Anwendung des Zinkes von großer Wichtigkeit ist. — Zinkoxyd erhält man durch Zersetzung eines Zinksalzes mittelst kohlensauren Kali und darauf folgendes Glühen des gefällten kohlensauren Zinkoxyds, oder durch Verbrennen des Zinkes an der atmosphärischen Luft. Wird nämlich Zink in einem Tiegel geschmolzen und bis zum starken Glühen erhitzt, so entzünden sich beim Hinwegnehmen des Deckels die Dämpfe desselben, und verbrennen mit bläulich grünem hell-

glänzendem Lichte. Die zu Oxyd werdenden Dämpfe bilden einen dichten Rauch, der entweder als zarte Flocken von dem Luftstrome hinweggeführt wird (Lana philosophica, nihilum album), oder als weißgelbe Wolle die Oberfläche des Metalles bedeckt, daher in dem Maße, als sie sich bildet, bei Seite geschoben werden muß, um der Luft den Zutritt zu gestatten. Durch Schlämmen wird das Oxyd von eingemengten Metalltheilchen befreit.

Auf ähnliche Art bildet sich in Schachtöfen, in welchen man zinkische Blei-, Kupfer- und Eisenerze verschmilzt, Zinkoxyd, das sich mit andern Oxyden vermischt, an der Gicht ansetzt und von Zeit zu Zeit ausgebrochen wird, daher der Name Ofenbruch für dasselbe.

Das Zinkoxyd, Zinkblumen, $\dot{Zn}$, ist ein weißes, durch Hitze vorübergehend gelb werdendes Pulver, das in starker Glühhitze zu einem gelben Glase schmilzt. Es ist die Basis der Zinksalze, die meistens im Wasser auflöslich, von höchst widrigem zusammenziehendem Geschmacke und brechenerregend sind.

In den Auflösungen derselben bringen reine, kohlensaure und eisenblausaure Alkalien einen weißen Niederschlag hervor; der durch reine Alkalien bewirkte ist im Ueberschusse des Fällungsmittels wieder löslich; Schwefelwasserstoffgas und Schwefelwasserstoff-Ammoniak bringt in neutraler Lösung einen weißen, im letztern nicht löslichen Niederschlag hervor; es wird von andern Metallen nicht metallisch gefällt.

Schwefelzink, ZnS, kommt in der Natur gebildet, unter dem Namen Zinkblende, vor. Auf künstlichem Wege ist diese Verbindung des Zinkes nur schwierig zu bewerkstelligen, daher sie auch lange bezweifelt wurde. Man kann sogar Schwefel von Zink abdestilliren, ohne daß eine Verbindung erfolgt; jedoch durch Erhitzung des Zinkes in gasförmigem Schwefel oder des Zinkoxydes mit Schwefel, erhält man Schwefelzink als ein gelbliches Pulver; das aus ganz neutralen Lösungen der Zinksalze mittelst Schwefelwasserstoffgas erhaltene ist weiß und enthält Wasser, welches durch Erhitzen ausgetrieben wird. Die in der Natur vorkommende Blende wird auf Zinkvitriol (schwefelsaures Zinkoxyd) und zur Darstellung des metallischen Zinkes verwendet.

Von den Salzen des Zinkes ist das schwefelsaure Zinkoxyd, $\dot{Zn}\dddot{S}$, weißer Vitriol (auch in der Natur gebildet vorkommend) technisch wichtig. Es findet Anwendung zur Firnißbereitung, um das Oehl mehr trocknend zu machen, wozu es seines Krystallwassers früher beraubt werden muß.

Unter den Legirungen des Zinkes wird die besonders wichtige zu Messing bei dem Kupfer, dem zweiten Bestandtheile derselben, besprochen werden.

327. Das Zink kommt in der Natur niemals gediegen vor, sondern als kohlensaures und kieselsaures Zinkoxyd (sogenannter Galmei), ferner geschwefelt unter dem Namen Blende, endlich als Zinkvitriol. Zur Darstellung des Zinkes in metallischer Form wird gewöhnlich Galmei verwendet. Hiezu wird derselbe geröstet, um Wasser und Kohlensäure zu entfernen, sodann wird die geröstete Masse unter Zusatz von Kohle in große conische Tiegel oder eiserne Röhren gebracht und bis auf die zur Reduction nöthige Temperatur erhitzt. Das reducirte und in Dampfform davon gehende Zink wird in unterhalb oder auch seitwärts befindlichen Vorlagen unter Wasser gesammelt. Das so erhaltene Zink, welches aus einzelnen, zusammenhangenden Tropfen besteht, wird noch einmal umgeschmolzen und in zolldicke Platten ausgegossen, in welcher Form es in den Handel kommt. In diesem Zustande ist es nicht rein, kann auch durch wiederholte Destillation nicht mit voller Sicherheit gereinigt werden; chemisch reines Zink wird nur durch Reduction von gereinigtem kohlensaurem Zinkoxyde mittelst Kohle erhalten.

Zur Bereitung des Zinkes in Blechform gießt man dasselbe in Sand zu dünnen Platten von etwa 15″ Länge und 9″ Breite. Diese Platten werden sodann in eigenen Anwärmöfen erhitzt, bis man die Hand eben noch auf die Bleche legen kann, ohne sich sogleich zu verbrennen oder bis ein darauf fallender Wassertropfen zischt und kocht (an manchen Orten wird das Erhitzen in einer kochenden Salzlauge vorgenommen, in welche man die Bleche einlegt). Diese erwärmten Platten werden sodann zwischen die ebenfalls erwärmten Walzen gebracht, deren man sich ausschließlich zur Darstellung des Zinkbleches bedient. Walzen und Platten bestreicht man öfters mit Oehl oder Talg. Sind die Bleche schon ziemlich dünn geworden, so legt man sie doppelt, auch vierfach zusammen und setzet das Strecken weiter fort. Da die Wärme einige Zeit anhält, so ist es nicht nothwendig, das Anwärmen nach jeder Streckung zu wiederholen; jedoch mit dem fertig gewalzten Bleche geschieht es, um es zur Verarbeitung geschickter zu machen. Das dünnste Zinkblech hat nur eine Dicke von 0.0011″, ein Quadratschuh desselben wiegt nur 1½ Loth. Auch zu Draht kann das Zink und bei besonderer Vorsicht selbst bis zur Zwirndicke gezogen werden; Zinkdraht findet jedoch keine besondere Anwendung.

Das Zink wird theils zur Fabrication des Messings, theils zur Anfertigung des Zinkbleches verbraucht. In der letztern Form eignet es sich vorzüglich zum Dachdecken, zu Badewannen und Wassergefäßen verschiedener Art, in denen Wasser zu mancherlei Zwecken, nur nicht zum Gebrauche als

Getränk, aufbewahrt wird, so wie es überhaupt zu Kochgeschirren wegen der brechenerregenden Eigenschaft seiner Salze nicht anwendbar ist. Es dient ferner zur Anfertigung von Gußwaaren für architektonische Verzierungen u. dgl. Gewalzte Zinkplatten werden auf ähnliche Art, wie die lithographischen Steine, zum Ueberdrucke von Schriften angewendet (Metallographie), vorzüglich für Felddruckereien. Zink dient ferner, zu Platten gegossen, als Elektromotor in der Volta'schen Säule, wozu es sich durch hinlängliche Heterogenität gegen das Kupfer und andere Metalle und durch seine Wohlfeilheit empfiehlt; man benützt es ferner zur Entwicklung von Wasserstoffgas im Kleinen, z. B. bei Reductionen von Metalloxyden, wie sie in chemischen Laboratorien vorgenommen werden oder bei den gewöhnlichen Zündmaschinen; es dient bei chemischen Untersuchungen zur Fällung anderer schwerer Metalle, in welcher Beziehung es alle andern an Verwandtschaft zum Sauerstoffe übertrifft; endlich hat man es auch zum Schutze für Eisen gegen das Rosten durch die gewöhnlichen atmosphärischen Einflüsse empfohlen (galvanisirtes Eisen, wovon daselbst).

9. Blei.

328. Das Blei, Plumbum, Pb, hat eine bläulich graue Farbe, auf frisch geschabten Stellen einen starken Glanz; an Härte steht dasselbe allen übrigen in den Gewerben verarbeiteten Metallen nach, nimmt selbst Eindrücke vom Nagel des Fingers an, und färbt auf Papier und auf den Händen gerieben, wie Graphit ab, wobei es den letzteren einen eigenen unangenehmen Geruch ertheilt; es läßt sich in ziemlich dicken Stücken leicht biegen, mit dem Messer schneiden und schaben; mit der Feile bearbeitet, bietet es dieselbe Unbequemlichkeit dar, wie das Zink. Die Dichte desselben ist 11.445 in reinem Zustande, die des gewöhnlichen mit anderen Metallen verunreinigten 11.35; durch Bearbeitung wird die Dichte, so wie die Härte dieses Metalles nicht bemerkbar vergrößert. Es hat geringe Elasticität, daher auch nur wenig Klang, läßt sich bei der gewöhnlichen Temperatur zwischen Walzen zu sehr dünnen Blättern ausstrecken, aber wegen der geringen Zähigkeit nicht leicht in dünne Drähte ziehen; bis nahe an seinen Schmelzpunkt erhitzt, wird es jedoch so spröde, daß es durch Hammerschläge in Stücke zerbricht. Das Blei schmilzt bei 260°, in höherer Temperatur verflüchtigt es sich in der Gesundheit sehr nachtheiligen Dämpfen. — An der atmosphärischen Luft verliert das Blei schon bei der gewöhnlichen Temperatur sehr bald seinen starken Glanz, und überzieht sich mit einer grauen Haut; längere Zeit in der Schmelzhitze erhalten, läuft es zuerst

farbenspielend an, und bedeckt sich sodann mit einem grauen Pulver, Suboxyd, Bleiasche, welche Umwandlung endlich die ganze Masse des geschmolzenen Bleies erleidet, wenn die Oberfläche stets erneuert wird. In der Weißglühhitze verbrennt es mit sehr schwachem Lichte zu Bleioxyd.

Das Blei zersetzt das Wasser nicht; auch nicht unter Einfluß einer Säure; concentrirte Schwefelsäure und Salzsäure wirken selbst in der Hitze nur wenig auf dasselbe ein, da die entstandenen Verbindungen ganz unlöslich, oder doch sehr schwer löslich sind. Das beste Auflösungsmittel für dasselbe ist die Salpetersäure. Schnell geht die Oxydation des Bleies auch vor sich, wenn es mit Luft in Berührung ist, und gleichzeitig eine Säure einwirkt, z. B. Kohlensäure. — Außer dem erwähnten Suboxyde hat das Blei noch drei bestimmte Oxydationsstufen.

Bleioxyd, gelbes Bleioxyd, Massicot, $\dot{Pb}$. Es wird erhalten durch die directe Verbrennung des Bleies oder durch das fortgesetzte Erhitzen der nach Vorigem erhaltenen Bleiasche, bis sich dieselbe ganz in ein gelbes Pulver umgewandelt hat. Auch durch Glühen des kohlensauren oder salpetersauren Bleioxydes kann es dargestellt werden.

Das Massicot ist ein gelbes Pulver mit einem Stich ins Röthliche, das durch Erhitzung eine vorübergehende bläulich rothe Farbe annimmt. — Es schmilzt in der Rothglühhitze zu einer röthlichen schuppigen Masse, Bleiglätte, welche bei noch größerer Hitze vollkommen in ein gelbes durchsichtiges Glas übergeht (Bleiglas). In reinem Wasser ist das Bleioxyd etwas löslich, doch nicht in salzhaltigem, wie das gewöhnliche Brunnenwasser ist; auch kann es mit dem Wasser unter gewissen Umständen ein Hydrat von weißer Farbe bilden. Dieses Oxyd zieht Kohlensäure aus der Luft an, verbindet sich leicht mit Kieselsäure (Flintglas, Angreifen der Tiegel), löst sich, wenn es rein ist, in Salpetersäure und Essigsäure vollkommen auf, und ist überhaupt die Basis der Bleisalze. Bleioxyd endlich wird auch von organischen Substanzen, Oehlen, Fetten u. s. w. aufgenommen, daher das Blei bei allen Gefäßen zur Aufbewahrung und Bereitung von Speisen, Getränken, Arzneimitteln u. dgl., vermieden werden muß. Durch Kohle wird das Bleioxyd leicht reducirt.

Das Massicot wird im Großen bereitet durch Calcination des Bleies unter Zutritt der Luft, was auf dem Herde eines Flammenofens geschieht. Bleiglätte wird im Großen, als Nebenproduct beim Abtreiben des Bleies vom Silber erhalten, zuweilen wohl auch absichtlich dargestellt; im ersteren Falle ist sie mit Kupferoxyd verunreiniget, enthält wohl auch Spuren von Silber. Sie erscheint theils in blaßgelblichen, auch grüngelblichen Stücken

(Silberglätte), theils in Form röthlicher Schuppen (Goldglätte), ohne von ersterer chemisch verschieden zu sein.

Die folgende Oxydationsstufe in der bestimmten Zusammensetzung $\dddot{\bar{\mathrm{P}}}\mathrm{b}$, wurde erst in neuerer Zeit wirklich dargestellt. Früher hielt man das durch sehr vorsichtiges Erhitzen des Massicots unter Zutritt der Luft erhaltene rothe Pulver Mennig, Minium, für diese Oxydationsstufe; gegenwärtig aber ist es bekannt, daß die im Handel vorkommende Mennige keine constante Zusammensetzung hat, und daß die Sauerstoffabsorption bei der Bereitung derselben aufs höchste so weit gehen kann, daß die Zusammensetzung Pb^3O^4 entsteht, wodurch sie als eine Verbindung von $\ddot{\bar{\mathrm{P}}}\mathrm{b} + \dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$ erscheint. Wie sehr vorsichtig die Temperatur bei der Fabrication des Mennigs geregelt werden muß, geht daraus hervor, weil, wenn dieselbe zu hoch steigt, die Mennige wieder Sauerstoff abgibt, und in gelbes Oxyd verwandelt wird, in diesem Zustande sodann leicht schmilzt, geschmolzenes Oxyd aber nur schwierig zu Mennig verwandelt werden kann, da die unmittelbare Berührung der einzelnen Theile mit dem Sauerstoffe fehlt. Die Mennige wird von Salpetersäure in Oxyd, womit es ein auflösliches Salz bildet, und in Bleisuperoxyd zerlegt.

Bleisuperoxyd, braunes Bleioxyd, $\ddot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$, welches nur auf nassem Wege auf gerade erwähnte Weise erhalten wird, ist ein schwarzbraunes Pulver, verliert durch Glühen die Hälfte seines Sauerstoffes und wird zu Massicot. Diese Oxydationsstufe tritt an andere Körper leicht Sauerstoff ab; es entzündet hiedurch Schwefel, wenn es mit selbem gerieben oder geschlagen wird, bildet mit schwefliger Säure schwefelsaures Bleioxyd, mit Ammoniak aber salpetersaures Bleioxyd und Wasser.

Das gelbe sowohl als das rothe Oxyd dienen als Malerfarbe, ersteres, das Massicot, führt auch den Namen Bleigelb, Neugelb, Königsgelb, Chemischgelb; letzteres, die Mennige, den Namen Pariserroth. Ferner dienet das erstere zur Darstellung des Bleizuckers und anderer Bleisalze, dann in der Glasfabrication zur Bereitung des Flintglases, wozu man auch rothes Oxyd nimmt, um hier das Verbrennen des Eisenoxyduls zu Oxyd und der kohligen Theilchen zu bewirken, und zur Farblosigkeit des Glases beizutragen. — In Form der Glätte gebraucht man das Oxyd zur Firnißbereitung, zu Kitten, zu Pflastern, dann als Flußmittel zur Glasur irdener Waaren, und überall, wo die vorzügliche Reinheit des Oxydes nicht nothwendig ist. Das braune Superoxyd dienet zu Frictionsmassen, wozu es mit Phosphor versetzt wird.

329. Salze. Die auflöslichen Bleisalze haben einen süßlich zusammenziehenden Geschmack, und äußern giftige Wirkungen auf den Organismus.

In den Auflösungen derselben bringen reine kohlensaure und eisenblausaure Alkalien einen weißen Niederschlag hervor; eben so Schwefelsäure und deren Salze, auch Gallussäure; äußerst empfindlich sind dieselben gegen Schwefelwasserstoffgas, wodurch ein schwarzer Niederschlag von Schwefelblei, selbst in der sauren Auflösung entsteht. Zink und Zinn fällen das Blei daraus metallisch; das Bleioxyd verbindet sich auch mit ätzenden Alkalien, daher der durch reine und kohlensaure Alkalien bewirkte Niederschlag in reinem Kali wieder auflöslich ist.

Chlorblei, PbCl, Hornblei, durch Behandlung des Bleies mit Chlor, des Bleioxydes mit Salzsäure, oder durch Fällung einer Bleisalzlösung mit concentrirter Kochsalzlösung, erscheint als ein weißes Pulver, das im Wasser schwer (in 22 kochendem und 135 kaltem), in Alkohol unlöslich ist. Noch vor dem Glühen schmilzt es zu einer durchscheinenden hornähnlichen Masse, bei größerer Hitze wird es zersetzt, und es bleibt eine Verbindung von Chlorblei und Bleioxyd.

Das Chlorblei verbindet sich in mehren Verhältnissen mit Bleioxyd, und bildet hiedurch eigentlich basische Salze. Hieher gehören die nach verschiedenen Vorschriften dargestellten Maler- und Lackirfarben: Patentgelb, Casselergelb, Neapelgelb, in welch letzterem sich auch antimonigsaures Bleioxyd befindet.

Kohlensaures Bleioxyd, $\dot{P}b\ddot{C}$, Bleiweiß. Die Darstellung des Bleiweißes beruht auf dem Verhalten der Essigsäure zum Bleie und der Kohlensäure zu dem essigsauren Bleioxyde. Blei nämlich, den Dämpfen der Essigsäure ausgesetzt, oxydirt sich auf Kosten der Atmosphäre und verwandelt sich in basisches essigsaures Bleioxyd; Kohlensäure mit diesem oder auch mit dem neutralen in Berührung gebracht, zersetzt es, letzteres bis zu einem bestimmten Punkte, und verwandelt es in kohlensaures Bleioxyd.

Nach der ältern holländischen Methode werden ½ bis 1″ dicke, gegossene (nicht gewalzte) Bleiplatten spiralförmig gewunden, ohne daß sich die einzelnen Windungen berühren, in irdenen, innen glasirten, 9″ hohen Töpfen, die mit schwachem Essig, der noch gährungsfähige Stoffe enthält (Gemisch von Essig mit Weinlager), zum Theil angefüllt sind, auf ein Kreuzholz so gestellt, daß sie nicht in den Essig tauchen. Diese Töpfe werden entweder für sich, oder in einem hölzernen Kasten auf eine dicke Lage Pferdemist gestellt, welchen man auch in die Zwischenräume, und als Decke darüber gibt. Den Proceß der Bleiweißbildung anbelangend, war man immer der Meinung, daß sowohl der Sauerstoff zur Oxydation des Bleies, als auch die Kohlensäure zur weitern Verbindung mit dem Oxyde, aus dem in die Töpfe gegebenen Essig durch Zersetzung desselben geliefert würde, und daß der Mist durch die bei der Fäulniß entwickelte Wärme nur die ganze Masse

auf der erforderlichen Temperatur erhalte, welche in der Größe von 35° als die günstigste erkannt wurde. Es zeigt sich jedoch, daß Blei schon durch eine viel geringere Menge Essig in Bleiweiß umgewandelt wird, als jene ist, die allen Sauerstoff zur Kohlensäure zu liefern im Stande wäre. Nach neuerer Ansicht wird der Sauerstoff zur Oxydation des Bleies aus der Luft genommen, die noch immer hinlänglichen Zutritt zu dem Innern der Töpfe hat, zu welchem Zwecke auch Kanäle in die Mistbeete angebracht werden, die Kohlensäure aber wird sowohl aus dem faulenden Miste, als aus den gährenden fremdartigen Bestandtheilen hiezu entwickelt. Die Essigsäure nämlich, welche in Dampfgestalt an die Bleiplatte tritt, veranlaßt zuerst die Bildung von Bleioxyd, mit dem sie sich zu einem basischen Salze verbindet; dieses basische Salz wird sogleich durch die frei werdende Kohlensäure auf die Eingangs erwähnte Art zersetzt, und in kohlensaures Bleioxyd umgewandelt, die dadurch frei gewordene Essigsäure, oder das in den neutralen Zustand zurückgeführte essigsaure Bleioxyd veranlasset aufs neue eine Oxydation von Blei und Bildung von basisch essigsaurem Blei, welch letzteres sogleich wieder durch neue Kohlensäure zersetzt wird. So geht der Proceß fort, bis alles Blei nach und nach in Bleiweiß umgewandelt ist.

Da man die durch die Gährung des Mistes entwickelte Wärme nicht gehörig zu reguliren im Stande, folglich nicht immer Herr der Operation ist, auch die aus dem Miste sich entwickelnden schwefelwasserstoffhaltigen Ausdünstungen leicht eine Verunreinigung des Bleiweißes herbeiführen und es grau machen, so ist diese Methode in der neuern Zeit wesentlich dadurch verbessert worden, daß man die Erwärmung der Töpfe statt im Mistbeete, mittelst eines Ofens in einer Kammer bewirkt, wodurch die Temperatur auf einen beliebigen Grad erhalten werden kann. Die in diesem Falle nur in der Mitte unter einem Winkel gebogenen Bleiplatten werden in ausgepichte hölzerne Kästen eingehängt, nachdem man in dieselben ein Paar Zoll hoch Essig mit Weinlager (Malztrestern, Bierhefe u. dgl.) eingefüllt hat; die Temperatur hält man Anfangs auf 30°, läßt sie aber gegen das Ende bis 40° steigen. Nach 10 bis 12 Tagen sind die Bleiplatten ganz oder doch größtentheils in Bleiweiß verwandelt. Die ganz in Bleiweiß umgewandelten Platten, so wie auch das in schieferartigen mehr oder weniger dicken Blättern sich absondernde Bleiweiß, wird als Schieferweiß in Handel gebracht. Von den nur theilweise angefressenen Platten wird der Bleiweißüberzug durch Abklopfen und Schaben losgemacht, durch Waschen und Schlämmen von den unveränderten Bleitheilchen befreit, und sodann entweder für sich, ohne weiteren Zusatz in eigenen Formen getrocknet, und als

reines Bleiweiß unter dem Namen Kremserweiß, in den Handel gebracht, oder früher mit fein gemahlenem und geschlämmtem Schwerspathe naß unter Mühlsteinen zusammengerieben. Nach diesem Gehalte an Schwerspath kommt es unter verschiedenen Namen vor, als Venetianerweiß (besteht aus gleichen Theilen Bleiweiß und Schwerspath), Hamburgerweiß (aus 1 Bleiweiß und 2 Schwerspath), Holländerweiß (aus 1 Bleiweiß und 3 Schwerspath). — Schwerspath taugt besser als andere erdige weiße Körper, wie Kreide, Gips, schwefelsaures Bleioxyd u. s. w., weil er schon für sich rein weiß erscheint, durch Oehl und an der Luft unveränderlich ist, sich wegen des geringen Unterschiedes des specifischen Gewichtes in der abgeriebenen Farbe nicht so absondert, wie specifisch leichtere Beimengungen, und mit Bleiweiß gemengt gut decket; am nachtheiligsten unter den genannten Zusätzen ist Kreide. Ein Drittheil Zinkoxyd als Versatzmittel benimmt dem Bleiweiße nichts von seiner Güte.

Das Wasser, in welches das Bleiweiß nach dem Abklopfen der Platten gebracht wird, enthält basisches essigsaures Bleioxyd aufgelöst, und läßt bei längerem Stehen an der Luft und öfterem Umrühren kohlensaures Bleioxyd fallen; eine solche Aufbewahrung des Bleiweißes unter öfterem Umrühren verschönert die Farbe des Bleiweißes sehr, indem die feinsten noch grauen Theile desselben Zeit haben, ebenfalls Kohlensäure aufzunehmen und vollends weiß zu werden. Diese abgegossene Flüssigkeit kann man unter Zusatz von Essig weiters auf Bleizucker benützen. Ein kleiner Gehalt an Bleizucker schadet übrigens nicht, indem er das schnellere Trocknen des mit Oehl abgeriebenen Bleiweißes bewirkt. Wegen der giftigen Beschaffenheit der Bleisalze muß man Sorge tragen, daß die Arbeiter so wenig als möglich dem feinen Staube des Bleiweißes ausgesetzt sind.

Auch die neuere, vorzüglich in Frankreich in Gebrauch stehende Methode der Bleiweißbereitung beruht ebenfalls auf dem oben ausgesprochenen Verhalten der Kohlensäure zu dem basischen essigsauren Bleioxyde, welche Einwirkung in diesem Falle auf nassem Wege statt findet. Zu diesem Zwecke bereitet man sich eine Auflösung von basisch essigsaurem Bleioxyde durch Digestion von Essig oder von neutraler essigsaurer Bleioxydlösung mit Bleioxyd, gewöhnlich mit Glätte, welche zur Zerstörung von vorhandenem kohlensaurem Bleioxyde, das hiebei nicht angegriffen würde, vorher schwach geglüht wird; 100 Thle. des neutralen Salzes sind im Stande, 137 Thle. Bleioxyd aufzunehmen. In diese Auflösung leitet man kohlensaures Gas, wodurch kohlens. Bleioxyd zu Boden fällt, das sorgfältig ausgewaschen und dann getrocknet wird. Die zurückbleibende Flüssigkeit, so wie das erste Waschwasser wird auf die

angeführte Weise wieder in das basische Salz verwandelt, und durch Kohlensäure gefällt, so daß nur so viel an Essig verloren geht, als im Niederschlage zurückbleibt, verdampft u. s. w. Es ist daher auch nicht nothwendig, eine vollkommen concentrirte Auflösung von basisch essigsaurem Bleioxyde zu haben; es genügt auch schon, Bleiglätte (präparirte) unter Zusatz von ungefähr 1 Proc. Bleizucker mit Wasser zu einer feuchten Masse anzurühren, und dieselbe sodann der Einwirkung des kohlensauren Gases auszusetzen, wodurch nach und nach ebenfalls alles Oxyd von dem Bleizucker zu basisch essigsaurem Bleioxyd aufgenommen wird und die in Rede stehende Umwandlung erleidet (neueres englisches Verfahren). Die Kohlensäure, die zur Fällung verwendet wird, sucht man in diesem Falle auf irgend eine wohlfeile Art zu erzeugen, z. B. aus gährender Flüssigkeit, aus brennender Holzkohle in eigens dazu eingerichteten Oefen u. dgl. Man sammelt das Gas in einem Gasometer, und sucht es in die möglichst innige Berührung mit der Flüssigkeit durch passende Vorrichtungen zu bringen.

Der Erfahrung zu Folge besitzt das nach dem französischen Verfahren, also durch Fällung mittelst kohlensauren Gases dargestellte Bleiweiß nicht das Deckvermögen, wie das nach dem englischen, und besonders nach dem holländischen Verfahren bereitete. Man war geneigt, das erstere als neutrales kohlensaures Bleioxyd, hingegen das nach der holländischen Methode als basisches anzusehen. Diese Ansicht ist aber den neueren Untersuchungen zu Folge nicht richtig, indem sich jedes in den Handel gesetzte Bleiweiß als eine Verbindung von kohlensaurem Bleioxyd mit Bleioxydhydrat in nicht ganz gleich bleibendem Verhältnisse zeigte, wonach es zwischen 85 und 86.5 Bleioxyd als Rückstand nach dem Glühen gibt, aber nicht 83.14, wie es dem neutralen entspricht, das nur durch Fällung einer Auflösung von salpetersaurem Bleioxyde mit kohlensaurem Ammoniak erhalten wird. Die Ursache des größeren Deckungsvermögens in dem nach holländischer Art bereiteten Bleiweiße scheint daher vielmehr in der von der Bereitungsart abhängigen Beschaffenheit der kleinsten Theile zu liegen, welche bei diesem erdig und dicht ist, bei dem nach französischer Art dargestellten hingegen krystallinisch.

Das kohlensaure Bleioxyd, sowohl das neutrale als das basische, ist blendend weiß, in von Kohlensäure freiem Wasser unlöslich, in Salpetersäure vollkommen löslich, auch in Aetzkalilauge; durch Erhitzung unter Abgabe der Kohlensäure wird es gelb. Das Bleiweiß hat als Farbmateriale einen ausgedehnten Gebrauch. Man reibt zu diesem Zwecke das Bleiweiß auf einem Reibsteine mit Wasser zu einem feinen Breie, und

setzt demselben sodann den Oehlfirniß zu, wodurch das Wasser ausgeschieden wird, und leicht von der fetten Masse abfließt. Das Bleiweiß vertheilt sich leicht unter dem Pinsel, deckt gut die Flächen (besonders das nach alter Art bereitete basisch kohlensaure Bleioxyd), läßt sich auch gut mit andern Farben vermengen, die jedoch nicht von der Zusammensetzung sein dürfen, daß sie Schwefel an dasselbe abgeben können, indem das Bleiweiß durch die Bildung des Schwefelbleies geschwärzt wird, daher auch die schwefelwasserstoffhaltigen Ausdünstungen zu vermeiden sind. Das Gelbwerden der Bleiweißfarbe soll jedoch hauptsächlich von dem Oehle abhängig sein, und es ist besonders während des Trocknens des Anstriches zur Erhaltung eines schönen Weiß die Einwirkung von Licht und Luft unumgänglich nothwendig. — Das Bleiweiß wird hauptsächlich mit Leinöhlfirniß abgerieben, als Malerfarbe, und insbesondere in Artillerielaboratorien zum Anstreichen der Patronensäcke verwendet.

Die Untersuchung des Bleiweißes auf fremde Beimengungen geschieht auf folgende Art: Man übergieße eine kleine Menge desselben, die man in Pulverform abgewogen hat (etwa 200 bis 300 Grane), unter Umrühren mit einem Glasstabe mit reiner mäßig verdünnter Salpetersäure in kleinen Portionen nach und nach, so oft es das jedesmalige Aufschäumen erlaubt, und so lange, als noch ein Entweichen von Gas zu bemerken ist. — Bleibt hiebei ein weißer Rückstand, so sammelt man denselben auf einem gewogenen oder tarirten Filtrum, wäscht ihn gut aus, trocknet und wiegt denselben, um die Menge dieses in der Salpetersäure unlöslichen Rückstandes, gewöhnlich Schwerspath (auch schwefelsaures Bleioxyd, schwefelsaurer Kalk u. s. w.) zu erfahren. Da das Bleiweiß aber auch mit Kreide verfälscht sein kann, welche sich in Salpetersäure ebenfalls ohne Rückstand auflöset, so vermischt man die oben erhaltene Auflösung mit Aetzkalilauge in Ueberfluß, und erwärmt diese Mischung; das Bleisalz wird hiebei aufgelöst gehalten, während die Kreide gefällt wird. Durch ein dem vorigen gleiches Verfahren wird der Gehalt an Kreide dem Gewichte nach bestimmt werden.

Man kann zur obigen klaren Auflösung, nachdem man sie durch Abdampfen concentrirt hat, Alkohol zusetzen, wodurch das Bleisalz niederfällt, das Kalksalz aber aufgelöst bleibt. — Auch kann man aus der erwähnten Auflösung das Blei durch Schwefelwasserstoffgas fällen und in der zurückgebliebenen Lösung den Kalk der Kreide mittelst kleesauren Ammoniaks niederschlagen, wobei auf 100 Thle. des gefällten kleesauren Kalkes 57 Thle. kohlensauren Kalkes oder Kreide gerechnet werden müssen. —

Auch durch bloßes Glühen des Bleiweißes in einem kurzen Stücke eines an einem Ende zugeschweißten Flintenlaufes erkennt man die mehr oder weniger große Verunreinigung des Bleiweißes, indem aus reinem Bleiweiße auch ein ganz reines gelbes Pulver, oder bei zu starker Hitze ein gleichförmig gefärbtes Bleiglas zurückbleibt.

Salpetersaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\ddot{\ddot{N}}$, wird durch Auflösen von Bleiglätte (bei weitem minder ökonomisch von Bleiweiß) in Salpetersäure, auch durch Behandlung des metallischen Bleies mit derselben Säure erhalten. Es ist dasjenige Salz, dessen Lösung zum Beizen der Luntenstricke verwendet wird. — Schwefelsaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\dddot{S}$, dasjenige Salz, welches bei chemischen Operationen als unlöslicher Niederschlag durch Schwefelsäure in Bleisalzen entsteht, z. B. wenn die Menge des Bleies in einer Legirung bestimmt werden soll. — Kieselsaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\dddot{Si}$. Bleioxyd schmilzt leicht mit Kiessäure zusammen, daher auch Schmelztiegel von demselben leicht angegriffen und durchlöchert werden. Diese Verbindung ist ein Bestandtheil der gewöhnlichen Bleiglasur der Töpferwaaren, auch der Glasur des Steingutes und der Fayence; es ist ferner ein wesentlicher Bestandtheil des Bleiglases, Flintglases, zum optischen Gebrauche. — Essigsaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\bar{A}$, wegen seines auffallend süßlichen Geschmackes Bleizucker genannt, wird im Großen durch Auflösen von Bleiglätte in Holzessig erzeugt, und durch Krystallisation gereinigt. Dieses Salz krystallisirt in farblosen, durchsichtig glänzenden Nadeln, oder großen vierseitigen Prismen mit 3 At. Wasser; es löset sich in Alkohol und Wasser auf, verwittert an der Luft, indem es Anfangs Wasser, dann auch Essigsäure abgibt, und Kohlensäure dafür aufnimmt. In der Hitze schmilzt es in seinem Krystallwasser, wird durch die trockene Destillation zersetzt, wobei es Brenzessiggeist liefert, Bleioxyd und Kohle in der Retorte zurückläßt. — Das neutrale essigsaure Bleioxyd ist ein Beförderungsmittel zum Trocknen der Firnißfarbe; es kann auch mit Vortheil zum Beizen der Luntenstricke statt des salpetersauren Bleioxydes verwendet werden, wozu dieselben in einer Auflösung von 3 Thln. (auch unreinem) Salz in 20 Thln. Wasser gekocht werden sollen. Mit Bleizucker getränkte Leinwand, Holz ꝛc., ist wie Zunder feuerfangend.

Legirungen des Bleies. Das Blei verbindet sich mit den meisten Metallen, aber nur wenige dieser Verbindungen haben eine technische Wichtigkeit. Durch Zusammenschmelzen mit Arsen wird das Blei spröde, ein geringer Zusatz desselben wird bei der Schrotfabrication gegeben, um sicherer eine vollkommene Rundung zu erhalten. — Durch Antimon

wird das Blei härter, bei gleichen Theilen der Metalle sogar spröde. Buchdruckerlettern sind eine Legirung von Blei mit $1/16$ bis $1/4$ Antimon, unter Zusatz von etwas Kupfer für die größern; zuweilen setzt man auch Wismuth oder für Stereotypplatten auch Zinn zu. — Zink macht das Blei härter, gibt ihm die Fähigkeit Politur anzunehmen, ohne für die Geschmeidigkeit nachtheilig zu sein; man versetzt oft das Zink Behufs der leichtern Verarbeitung zu Blech mit einer geringen Menge Blei, wodurch die Dehnbarkeit vermehrt wird. Mit Zinn, so wie mit Zinn und Wismuth entstehen leichtflüssige Metallgemische. (Siehe Zinnlegirungen.)

330. Die wichtigste Verwendung des Bleies ist zu Schroten und Kugeln für das kleine Feuergewehr, wozu es durch sein großes specifisches Gewicht besonders geeignet wird. Wünschenswerth wäre es, wenn ihm eine größere Härte zu diesem Zwecke gegeben werden könnte, was man aber nur mit Verringerung des specifischen Gewichtes zu erzielen im Stande wäre. Zu Kugeln für das kleine Feuergewehr eignet sich das Blei, so wie es mit den gewöhnlichen Verunreinigungen von Kupfer, Eisen, Schwefel vorkommt, daher auch Blei, was zu andern Zwecken gedient hat, verwendet werden kann. Minder brauchbar sind Buchdruckerlettern, die Antimon enthalten, und dadurch spröde sind; auch Bleischrote, die nach englischer Art erzeugt sind, und viel Arsen enthalten, können nur mit Vorsicht hiezu verwendet werden, da sich beim Erhitzen des Bleies bis zum Schmelzpunkte das Arsen in knoblauchartig riechenden Dämpfen verflüchtigt. Zum Gießen des Bleies hält man diejenige Temperatur für die beste, wenn ein Blatt Papier in das geschmolzene Blei getaucht, wohl braun wird, sich aber nicht entzündet.

Um den ziemlich großen Verlust an Blei zu vermeiden, der durch die fortdauernde Oxydirung des geschmolzen gehaltenen Bleies an der Oberfläche, besonders bei dem steten Erneuern der letztern mit dem Gußlöffel, entsteht, so darf wenigstens nur der die Arbeit hindernde Vorrath zur Seite geschoben werden, auch kann die Oberfläche mit einer 1″ dicken Schichte von grob gestoßenen Kohlen bedeckt werden. Uebrigens ist die entstandene Bleiasche mit $1/6$ Kohle leicht zu metallischem Blei zu reduciren. Wird das Blei in größeren Stücken als in Platten eingetragen, so müssen dieselben, um zu vermeiden, daß durch daran haftende Feuchtigkeit oder durch eingeschlossene Luftblasen geschmolzenes Blei herausgeworfen werde, über das geschmolzene Blei mittelst eines Krahnes aufgehängt und nur Zoll für Zoll eingesenkt werden.

Alle Vorrichtungen zum Gießen der Kugeln haben im Allgemeinen die Einrichtung, daß in zwei Backen, in jeder die Form der Halbkugel, und die Hälfte des conischen Eingußloches ausgehöhlt ist. Für die schnelle Erzeugung der Kugeln zu den Militärgewehren sind sechs, auch mehre der-

lei Formen in den Backen neben einander angebracht, und die Hälse der Eingußlöcher durch eine Rinne verbunden, wodurch die gegossenen Kugeln mittelst conischer Zapfen an einer dreikantigen Stange, als dem gemeinschaftlichen Eingusse, kammartig hangen; früher waren die Backen zangenförmig mit einander verbunden; in den gegenwärtig eingeführten Kugelmodeln sind die Backen in Rahmen eingesetzt, wovon der eine fest steht, der andere aber mittelst einer Schraube vor- und zurückbewegt werden kann, um die Backen zum Gusse zu schließen, oder die gegossenen Kugeln herauszunehmen. Um die Gußzapfen oder den Anguß von der Kugel abzunehmen, bediente man sich früher einer gewöhnlichen, mit dem einen Arm festgesteckten Abzwickzange. Man hat auch Zangen, welche mit dem Model zugleich aus einem Ganzen gearbeitet, oder wo zwischen den Backen eigene Schneiden angebracht sind. In jedem Falle ist bei den auf solche Art abgezwickten oder abgeschnittenen Kugeln die vollkommene Rundung beeinträchtiget, indem entweder eine platte Fläche, oder bei Anwendung der gewöhnlichen Zangen, ein Theil des Halses an der Kugel zurückbleibt; ist der letztere Fehler in zu hohem Grade vorhanden, so kann er selbst bei Anfertigung der Patronen und beim Laden hinderlich werden. Man pflegt daher die Kugeln der Militärgewehre durch Walzen oder Rollen in Rollfässern etwas abzugleichen, was aber nicht mit einer zu großen Menge auf einmal, oder mit sehr schlecht abgekneipten Kugeln geschehen, auch nicht zu lange fortgesetzt werden soll, weil sonst viele Kugeln völlig unbrauchbar werden. Man hat daher gegenwärtig Schneidvorrichtungen eingeführt, durch welche der Hals rund, ohne Entstellung der Kugeloberfläche abgeschnitten werden kann. Sie gründen sich darauf, daß die Schneiden auf der innern Seite, oder dort, wo sie an der Kugel vorbeigehen, ebenfalls kugelförmig ausgehöhlt sind, und nach einem Bogen wirken, dessen Halbmesser mit dem der Bleikugel vollkommen übereinkommt, während letztere in dem Mittelpunkte der Bewegung liegt.

Da das Erstarren des Bleies in dem gut leitenden Model vom Umfange aus beginnet, so kann das im Innern etwas später fest werdende den Raum nicht ganz ausfüllen, und es bleibt, da wegen des ebenfalls schnell erstarrten Gußzapfens kein Nachfließen statt findet, eine Höhlung im Innern, die bei zu kalt gehaltenem Model größer wird, und nur bei hinlänglich großem Eingußloche verschwindet. Hiedurch wird sowohl das beabsichtigte Gewicht der Kugel nicht ganz erreicht, als auch der Schwerpunkt derselben aus dem Mittelpunkte verrückt. Man hat daher an manchen Orten die etwas größer gegossenen Kugeln zwischen zwei stählernen Halbkugeln zusammengepreßt,

um diesen Raum verschwinden zu machen; zweckmäßiger aber werden gegenwärtig die Kugeln aus langen gegossenen Bleistangen auf eigenen Maschinen ausgeschnitten und rund gepreßt.

Flintenschrot. Zum Gießen des Flintenschrotes wird das flüssige Blei in eine Pfanne von Eisenblech, Schrotform, gegossen, die am Rande des flachen Bodens eine Anzahl gleich großer Löcher im Kreise hat, welche zwar abhängig von der Größe des Schrotes, aber immer kleiner sind, als der aus der Pfanne zu erhaltende Schrot. Die Schrotform befindet sich über einem Bottiche, der mit kaltem Wasser zum Theil gefüllt ist. Damit das eingegossene Blei nicht in einem Strome durch die Löcher fließe, und ein unordentliches Haufwerk bilde, ist der Boden der Schrotform mit Bleiasche bedeckt, durch das sich das Blei erst einen Weg bahnen, und langsam zu den Löchern durchsickern muß. Es ist nothwendig, daß das Blei in der Form in gehöriger Temperatur gehalten, und nur allmälich und dann erst frisch nachgefüllt werde, wenn das darin befindliche zu erstarren anfängt, und nicht mehr abtropfen will. Die Bleitropfen bilden, wie die Tropfen anderer Flüssigkeiten, während des freien Falles Kugeln, und gelangen in dieser Gestalt in das Wasser, worin sie wenigstens der Hauptsache nach, durch die bewirkte Abkühlung dieselben bleiben; das Wasser muß oft erneuert werden. — Um walzen- oder birnförmige, geschwänzte oder sonst unrunde Schrote, von den regelmäßigen abzusondern, schüttet man die gesammten Schrote auf eine mit Rändern versehene Tafel, die sehr wenig geneigt ist, und in horizontaler Richtung hin und her bewegt wird; die runden laufen hiebei gerade ab, und gelangen in einen vor der Mitte der Tafel hingestellten Behälter, die andern nehmen eine schiefe Richtung oder bleiben zurück.

Die Schrotkörner von einer und derselben Form erhalten nie einerlei Größe, da dieselbe nicht allein von der Größe des Loches der Form, sondern auch von dem Grade der Hitze, und der Flüssigkeit des Bleies abhängig ist. Sie müssen daher sortirt werden, was gewöhnlich mittelst Siebe geschieht; auch haben sie meistens eingesunkene Grübchen und Höhlungen im Innern, wodurch sie zum Nachtheile für den Erfolg des Schusses sich sehr stark zerstreuen, da der Schwerpunkt nicht mit dem Mittelpunkte der Kugel zusammenfällt. Die Ursache der fehlerhaften Gestalt liegt in der zu schnellen Abkühlung, welche die Bleitropfen im Wasser erleiden; der in das Wasser gelangende, noch halbflüssige Tropfen erstarrt nämlich zuerst an der Oberfläche, während sein Inneres noch flüssig bleibt, und nur allmälich fest werden kann, wodurch

Höhlungen im Innern entstehen, wie oben, oder jene Rinde an einer Stelle trichterförmig einsinkt.

Um den Schroten den beim Trocknen entstehenden Beschlag von kohlensaurem Bleioxyde zu benehmen, und sie überhaupt in ihrer Oberfläche zu glätten, zugleich auch vor der oxydirenden Wirkung der Luft zu sichern, werden dieselben in einem, um eine horizontale Achse bewegten Fasse mittelst gröblich gestoßenen Graphits abgescheuert, wodurch sie eine schöne glänzende dunkelfärbige Oberfläche erhalten. Die Behandlung mit Quecksilber oder Zinnamalgam, um einen hellen spiegelnden Glanz zu erhalten, erhöht nicht nur deren Fabricationskosten, sondern der auf diese Art bewirkte Glanz ist nicht dauerhaft.

Die angeführte Erzeugungsart ist die ältere Methode, die keineswegs vollkommen genannt werden kann, indem Körner um so mehr von der richtigen Kugelgestalt abweichen, je größer sie sind, wovon die zu schnelle Abkühlung der Tropfen im Wasser die Ursache ist. Nach der neuen Methode (englischen) setzt man dem Bleie 1 Procent gelben oder weißen Arsenik zu, um es dünn- und leichtflüssig zu machen, und hiedurch das Bestreben, die Tropfenform anzunehmen, zu unterstützen; um es vor dem schnellen Erstarren zu sichern, läßt man die durch die Form fallenden Tropfen von einer viel größeren Höhe in das Wasser fallen, damit das Erstarren auf dem langen Wege durch die Luft, also nach erlangter Kugelgestalt vor sich gehe, wozu man eigene Schrotthürme erbaut, und dabei um an Erbauungskosten zu ersparen, einen etwa trockenen Brunnen oder Schacht benützen kann. Je feiner das Korn, desto geringer braucht die Höhe des Thurmes zu sein, und umgekehrt, weil große Tropfen längere Zeit zum Erstarren brauchen; für ganz feines Korn ist eine Höhe von 10′ hinreichend, wo hingegen für die großen Caliber ein Fall von 100 und selbst 150′ erforderlich ist. Zu Villach in Kärnthen ist ein Schrotthurm von 240 Fuß Höhe. — Die Größe des Arsenikzusatzes muß durch eine Probe ausgemittelt werden; bei zu kleinem bleibt der Tropfen auf einer Seite platt und vertieft, und umgekehrt wird er linsenförmig. Man macht gewöhnlich eine an Arsenik reiche Legirung, von der man bei der wirklichen Erzeugung sodann die nothwendige Menge dem Bleie zusetzt. Antimonhaltiges Blei kann durch einen Zusatz von Arsen, aber in etwas größerer Menge zur Darstellung von runden Körnern vollkommen geeignet gemacht werden.

Die Größe der Körner wird nach Nummern bezeichnet, aber es liegt hiebei nichts Bestimmtes zu Grunde, sondern hängt von der Willkühr der Fabrikanten ab; so bezeichnet man die gröbste Sorte mit **PP**, die nächst-

folgenden mit P, 00, 0, 1, 2, 3, ..., die feinste erhält die höchste Nummer 13 oder 16. Von den größten gehen 16 bis 18, von den kleinsten 600 bis 1000, selbst 3600 Stück auf 1 Loth (Dunst, Vogeldunst).

331. Fernere Anwendung des Bleies. Bleiplatten zu Siedepfannen, für Schwefelsäure, Alaun, Vitriol, zu Krystallisirpfannen für Salpeter, aber nicht für Salzsoolen, wegen des für die Gesundheit schädlichen Chlorbleies, so wie Blei zu allen Kochgeschirren und selbst für Wasserleitungsröhren vermieden werden muß; ferner zu Apparaten, in denen Chlor erzeugt werden soll, Behufs der chlorsauren Kalierzeugung u. s. w., eben so für Flußsäure; in dünnen Blättern als Verband der Fensterscheiben (Fensterblei), zum Einpacken, z. B. Tabakblei, zu Röhren gezogen zu Retiradeschläuchen, zum Dachdecken (Bleikammern von Venedig), zum Vergießen von Haken und Klammern. Man braucht es ferner zum Abscheiden des Silbers vom Kupfer durch Seigerung, zum Raffiniren des Silbers durch Abtreiben und Capelliren. Legirungen von Zinn und Wismuth mit demselben finden ebenfalls Anwendung (siehe Zinn).

Bleiblech wird gegenwärtig unter Walzen erzeugt, während früher selbst dünne Tafeln dieses Metalles und sogar das Tabakblei durch Gießen hergestellt wurden. Das Walzen geht der Weichheit des Metalles wegen so leicht vor sich, daß die Walzen hiezu dünner sein können, als bei allen andern Streckwerken, und man sie selbst aus Kanonenmetall erzeugen kann. Anfangs läßt man die ½ bis 1″ dick gegossenen Stücke einzeln, dann aber, wenn sie dünn geworden sind, zu 10 bis 12 über einander gelegt, mit Oehl bestrichen, durch die Walzen gehen. Erwärmung ist hiebei nicht nothwendig, da sich die Dichte des Metalles nicht ändert, die Dicke der Bleche ist von $1/12'''$ bis 4‴ in 18 Abstufungen; mindere hat jedoch noch das Tabakblei, das dünnste ist 0.0017″.

332. Vorkommen und Gewinnung des Bleies. Das Blei kommt in der Natur nur höchst selten gediegen vor, meistens findet es sich als Schwefelblei (Bleiglanz), doch auch als Oxyd mit Säuren in Verbindung. Nur der Bleiglanz kommt so häufig vor, daß man davon im Großen Gebrauch zur Gewinnung des Bleies machen kann. Man befolgt hiezu zwei sehr verschiedene Wege, den der Röstarbeit, oder der Niederschlagarbeit. Im ersten Falle wird das Schwefelblei durch Erhitzen in der Luft, Rösten, größtentheils vom Schwefel befreit, und in ein Gemenge von Bleioxyd und schwefelsaures Bleioxyd nebst unzersetztem Schwefelblei verwandelt. Diese geröstete Masse, welche noch die übrigen unedlen

Metalle, welche das Bleiglanz begleiten, im oxydirten Zustande enthält, wird nun mit Kohle geschichtet, in einem Schachtofen niedergeschmolzen, oder in demselben Flammenofen, in welchem das Rösten vorgenommen wurde, einer höheren Temperatur ausgesetzt. Hiebei wirken Bleioxyd und Schwefelblei, so auch Schwefelblei und schwefelsaures Bleioxyd dergestalt auf einander ein, daß Blei reducirt erscheint und schweflige Säure davon geht ($2\dot{Pb} + PbS = 3Pb + \ddot{S}$ und $\dot{Pb}\dddot{S} + PbS = 2Pb + 2\ddot{S}$). Enthalten die Erze zugleich Kiessäure, kieselsaures Bleioxyd, so setzt man Kalk zu, damit das Bleioxyd frei wird und die weitere Zersetzung erfolgen kann. Man erhält dadurch das Blei verunreinigt mit dem andern reducirten leichtflüssigen Metalle in der untersten Schichte, darüber geschmolzenen **Bleistein** d. i. unzersetztes Schwefelblei mit andern Schwefelmetallen, endlich Schlacken aus Erden, Bleioxyd, Eisenoxyd, eingemengten Theilen von Blei, Bleistein u. s. w., welche Nebenproducte bei spätern Schmelzungen noch benützt werden.

Bei der Niederschlagarbeit wird der Bleiglanz ohne vorhergehendes Rösten mit metallischem Eisen, Eisengranalien, auch Eisenfrischschlacken (deren Sauerstoff auf den Schwefel oxydirend wirkt) niedergeschmolzen, wobei sich das Eisen des Schwefels bemächtigt und als Schwefeleisen eine Decke über dem reducirten und zusammengeschmolzenen Bleie bildet.

Das entweder durch die Röst- oder Niederschlagarbeit ausgebrachte Blei unterscheidet man in **Kaufblei** und **Werkblei**. Das Kaufblei ist oft nicht rein genug, um sogleich in den Handel gebracht zu werden, sondern enthält noch Schwefelblei, Arsen, Antimon, Kupfer u. s. w., Verunreinigungen, wodurch es nicht nur zu chemischen Verwendungen, sondern wegen der dadurch erlangten Härte und Sprödigkeit auch zur gewöhnlichen Bearbeitung untauglich wird. Durch Einschmelzen bei gelinder Hitze kann es von den strengflüssigen Metallen geschieden werden. Sehr unreines Blei (besonders bei einem Gehalte an Zinn und Arsen) wird in einem eigenen Ofen geschmolzen und so lange durch einen Windstrom an der Oberfläche oxydirt, bis man an der röthlich gelben Farbe das sich bildende Bleioxyd, die reine Bleiglätte, ersieht.

Unter **Werkblei** versteht man silberhaltiges Blei, aus welchem durch Abtreiben das Silber dargestellt wird; das bei dieser Operation abfallende halbverglasete Bleioxyd, Glätte, wird entweder als solche in den Handel gebracht, theils mittelst Kohle zu Blei (**Frischblei**, **Glättblei**) reducirt. — Chemisch reines Blei wird nur durch Reduction von chemisch reinem Blei-

oxyde mittelst Kohle oder durch Fällung des Bleies aus gereinigtem Bleizucker mittelst Zinkes erhalten.

10. Zinn.

333. Das Zinn, Stannum, Sn, hat eine weiße, nur sehr wenig ins Bläuliche spielende Farbe, einen starken Glanz, hackigen Bruch und eine Dichte von 7.3. Es ist wohl härter als Blei, aber doch noch immer so weich, daß es leicht abgenützt wird, sich auch nicht gut mit der Feile bearbeiten läßt. An Metalleabilität übertrifft es das Blei, indem es sich zu 1/800" dicken Blättchen, Zinnfolio, Stanniol, ausschlagen läßt; zu Drähten läßt es sich bei der ihm eigenen geringen Zähigkeit ebenfalls nur schwierig ziehen. Den Fingern, mit denen es gerieben wird, ertheilt es einen eigenthümlichen Geruch; beim Biegen knirscht es (Schreien des Zinnes, was desto stärker ist, je reiner dasselbe ist), dabei wird es, wenn das Biegen einigemal sehr rasch wiederholt wird, so heiß, daß es nicht mehr in der Hand zu halten ist.

Das Zinn schmilzt schon bei 184°, verflüchtigt sich aber erst in der strengsten Weißglühhitze. An der Luft bei der gewöhnlichen Temperatur verliert es nur allmälich seinen Glanz, wird matt und gelblich; desto stärker oxydirt es sich jedoch, wenn es längere Zeit im Schmelzen erhalten wird, wobei es in der steigenden Hitze sich zuerst mit einem farbenspielenden Häutchen bedeckt, das immer stärker wird, und sich endlich in ein aschgraues Pulver umwandelt, Zinnkrätze (aus metallischem und oxydirtem Zinne bestehend); durch fortgesetzte Erhitzung wird dieselbe endlich ganz zu Zinnoxyd, Zinnasche, oxydirt. In der Weißglühhitze entzündet sich das Zinn, und verbrennt mit weißem Lichte ebenfalls zu Zinnoxyd. Es bringt in sehr kleiner Quantität vor dem Löthrohre bis zum Weißglühen erhitzt und auf einen Bogen Papier mit aufwärts gebogenen Kanten geworfen, ein ähnliches Phänomen hervor, wie es beim Antimon angeführt wurde, indem der geschmolzene Zinntropfen in viele kleine Kügelchen zerstiebt, die strahlenförmig aus einander fahrend, mit weißem Lichte verbrennen, und die Spuren des adhärirenden Oxydes zurücklassen. Das Zinn ist ein in der Glühhitze das Wasser zersetzendes Metall; es wird von Salzsäure, besonders wenn sie nicht zu verdünnt ist, und Wärme angewendet wird, unter Entwicklung von Wasserstoffgas in Chlorür, von verdünnter Schwefelsäure in schwefligsaures Zinnoxydul, jedoch schwieriger, verwandelt; sehr kräftig wirkt Salpetersäure auf dasselbe ein, und oxydirt es zu Zinnoxyd, ohne sich jedoch mit demselben zu verbinden. — Von ätzenden Alkalien wird es ebenfalls oxydirt.

334. Das Zinn hat drei Oxydationsstufen.

Zinnoxydul, $\dot{Sn}$, durch Fällung des Zinnchlorürs.. — **Zinnoxyd, Zinnsäure**, $\ddot{Sn}$, kommt in der Natur als **Zinnstein**, das gewöhnliche Zinnerz, vor. Es entsteht als Zinnasche durch Glühen und Verbrennen des Zinnes; auf nassem Wege wird es durch Oxydation des Metalles mittelst Salpetersäure (weißes pulverförmiges Hydrat, das durch Glühen sein Wasser verliert) oder durch Fällung von Zinnchlorid mittelst Kali erhalten (gallertartige Masse). Obwohl die Zusammensetzung der auf diesen zwei verschiedenen Wegen erhaltenen Oxyde dieselbe ist, so zeigen sie doch die Verschiedenheit, daß ersteres, so wie auch das natürliche, und das durch Verbrennen entstandene in Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure unlöslich ist, obwohl es von letztern beiden Säuren etwas aufnimmt, während das auf die letztere Art dargestellte sich schon in verdünnter Schwefel- und Salzsäure auflöst, wie auch in kalter Salpetersäure, aus der es jedoch durch Kochen der Lösung wieder gallertartig herausfällt (isomerische Modification). Die erste wird durch Glühen mit Alkalien in die zweite Modification umgewandelt, durch Auflösen jedoch in Alkalien, dessen beide Arten fähig sind, und durch darauf folgende Fällung mittelst einer Säure büßen sie ihre früher gehabte Eigenschaft nicht ein.

Das Zinnoxyd, so wie es als Zinnasche bereitet wird, dient zum Poliren harter Gegenstände, als: Stein, Glas, Stahl u. s. w., zur Darstellung von weißem Email (Glasflüsse werden durch Zinnoxyd milchweiß und undurchsichtig), wozu Zinn mit Blei in gehöriger Menge zusammengeschmolzen und calcinirt wird. — Zwischen dem Oxydule und Oxyde steht noch eine Verbindung, **Zinnsesquioxydul**, $\dddot{Sn}$.

Die Zinnoxydulsalze sind farblos, schmecken sehr unangenehm metallisch, röthen stets Lackmus, zersetzen sich im Wasser, indem sich ein basisches Salz unlöslich abscheidet, und ein saures aufgelöst bleibt. Sie oxydiren sich an der Luft zu Oxydsalzen, desoxydiren andere Oxydsalze zu Oxydulsalzen, wie Eisen- und Kupfersalze, und fällen sogar das Metall selbst, wie Quecksilber aus seinen Auflösungen, wozu sie auch bei chemischen Analysen gebraucht werden. — Zinnoxyd äußert nur geringe Verwandtschaft als Basis, indem es selbst mehr die Eigenschaften einer schwachen Säure besitzt; daher es sowohl Zinnoxyd- als zinnsaure Salze gibt. — Die Salze beider Oxyde finden vorzüglich in der Färberei Anwendung.

In den Auflösungen der Zinnoxydulsalze bringen reine, kohlensaure und eisenblausaure Alkalien einen weißen Niederschlag hervor; der durch reines Kali bewirkte ist im Uebermaße des Fällungsmittels löslich. Ferner entsteht durch Schwefelwasserstoffgas ein dunkelbrauner, in Schwefelwasserstoff-Schwefelam-

monium löslicher, durch Gallusaufguß ein gelber, durch eine Goldlösung ein purpurfärbiger Niederschlag. Zink fällt das Zinn metallisch (Zinnbaum).

Die Zinnoxydsalze unterscheiden sich von den vorgenannten durch den Mangel der desoxydirenden Eigenschaft, durch Abwesenheit der Reaction durch eine Goldlösung und durch die gelbe Farbe des Niederschlages, der durch Schwefelwasserstoff in ihnen entsteht, und welcher in Schwefelwasserstoff-Ammoniak ebenfalls auflöslich ist.

335. Zinnchlorür, einfach Chlorzinn, $SnCl$. Wenn man trockenes salzsaures Gas über Zinnspäne leitet, so erhält man diese Verbindung wasserfrei als glänzende durchscheinende Masse, die in der Rothglühhitze schmilzt und sich verflüchtigt. — Durch Auflösen von überflüssigem Zinne in Salzsäure erhält man dieses Chlorür, mit Wasser verbunden, in großen Krystallen. In wenig Wasser löst es sich auf, in vielem hingegen zersetzt es sich, indem sich eine Verbindung von Zinnoxydul mit Chlorür ausscheidet, und Chlorür in der sauren Auflösung gelöst bleibt. An der Luft zieht es Sauerstoff an, Oxyd und Chlorid bildend, wobei es sich trübt. — Zinnchlorür reducirt kräftiger als andere Oxydulsalze schwache Sauerstoff- und Chlorverbindungen, wozu es auch in chemischer Beziehung Anwendung hat, z. B. zur metallischen Darstellung des Quecksilbers aus den Quecksilbersalzen. Bei der Reduction der Sauerstoffverbindungen verwandelt sich die Hälfte des Chlorürs in Chlorid, indem es sich die zweite Hälfte des Chlorürs aneignet; dieses dadurch frei werdende Zinn ist es nun, welches das Metall aus seiner Auflösung fällt, indem es sich dessen Sauerstoff aneignet, und zum Oxyde wird, z. B.

$$\begin{array}{ll} 2SnCl & \left\{ \begin{array}{l} SnCl^2 \\ Sn \end{array} \right. \\ 2\dot{H}g & \left\{ \begin{array}{l} 2O \\ 2Hg \end{array} \right. \end{array} \qquad Sn + 2O \;\}\; \ddot{S}n$$

Zinnchlorid, zweifach Chlorzinn, $SnCl^2$, (unter dem Namen Zinncomposition in der Technik, insbesondere in der Färberei) wird durch Verbrennen des Zinnes im Chlorgase, durch Destillation von Zinn mit Quecksilberchlorid als eine farblose, an der Luft rauchende Flüssigkeit erhalten, die mit wenig Wasser butterartig wird. An der Luft zieht es Wasser an, und wird krystallinisch, durch viel Wasser wird es wie das Chlorür zersetzt. Mit Wasser verbunden, erhält man es durch Behandlung des Zinnes mit Königswasser oder des Chlorürs mit Chlor.

336. Schwefelzinn. Schmelzendes Zinn vereinigt sich unter Erglühen mit Schwefel und bildet eine bleigraue krystallinische Masse, einfach

Schwefelzinn, SnS, das in Salzsäure löslich ist. — Zweifach Schwefelzinn, SnS^2, wird durch Fällung des Zinnoxydsalzes mittelst Schwefelwasserstoffes erhalten, oder durch Erhitzen (aber nicht bis zum Glühen) eines innigen Gemenges von gleichen Theilen Zinn, Schwefel und Salmiak, so wie auch nach vielen andern Vorschriften. Diese Verbindung erscheint als eine gelbe glasige Masse oder in Form goldglänzender Blättchen, Musivgold, ist in Säuren unlöslich, außer im Königswasser, und verliert durch Glühen die Hälfte ihres Schwefels. Man braucht das Musivgold zum Bronciren von Gipsfiguren, zur falschen Vergoldung von Messing und Kupfer, wozu es mit 6 Thln. Knochenasche gemengt, naß aufgerieben wird, zur Vergoldung von Papier, Holz u. s. w. mittelst Eiweißes; ehemals diente es auch zum Bestreichen der Reibzeugkissen der Elektrisirmaschinen. — Zwischen beiden steht so wie bei den Oxyden ein anderthalb Schwefelzinn, SnS^3.

337. Legirungen. Die Legirung mit Arsen ist eine weiße, harte Metallmasse, mit Salzsäure Arsenwasserstoffgas entwickelnd. Mit Antimon, z. B. mit $1/_{10}$ bis $1/_{11}$, gibt das Zinn ebenfalls ein weißes, hartes, klingendes Metallgemisch mit fast silberweißer Farbe für Leuchter, Knöpfe u. dgl., wenn die Legirung nicht auch zugleich Blei enthält, was sie blind und spröde macht. Nebst dieser gibt es noch verschiedene andere Legirungen von Zinn und Antimon mit Zusatz von Blei, Kupfer, Eisen, die zum Gießen verschiedener Geräthe, Röhren, Hähne, Mörser ꝛc. verwendet werden; Legirung der Weißgießer. Auch die Zinngießer setzen dem Zinne Antimon zu, um ihm mehr Härte und Politurfähigkeit zu geben. 3 Zinn, 2 Blei und 1 Antimon gibt eine Legirung von hinreichender Härte, um Schiffsnägel daraus zu bereiten.

Mit Wismuth läßt sich das Zinn in allen Verhältnissen verbinden. Die Legirungen sind leichtflüssiger als jedes Metall für sich. Die leichtflüssigste Verbindung schmilzt bei $114^2/_5{}^0$. Die in England unter dem Namen Pewter verarbeitete Legirung mit fast silberähnlichem Aussehen besteht aus Zinn, Wismuth und Antimon; manche Arten desselben enthalten auch Kupfer. — Mit Zink erhält man die Legirung, aus der das unechte Blattsilber erzeugt wird. — Mit Blei. Beide Metalle lassen sich in allen Verhältnissen zusammenschmelzen. 1 Zinn und 2 Blei gibt das Schnellloth der Klempner; erhitzt verbrennt es zu Oxyd, das die Basis des Emails der weißen Glasuren ausmacht. Die dreifachen Legirungen von Zinn, Blei und Wismuth sind wegen ihrer Leichtflüssigkeit ausgezeichnet, wodurch sie zu verschiedenen Verwendungen geschickt werden. Dar-

cet's Legirung von 8 Wismuth, 5 Blei, 3 Zinn und Rose's Legirung von 2 Wismuth, 1 Blei und 1 Zinn schmelzen schon in kochendem Wasser; durch Zusatz von $1/_{16}$ Quecksilber fällt der Schmelzpunkt noch tiefer. Aehnliche Legirungen benützt man als Schnellloth für Klempner zur Anfertigung von Metallbädern, um Stahlinstrumente anzulassen; zum Abklatschen von Stempeln, Münzen, Medaillen (z. B. Behufs der Galvanoplastik); ferner zur Anfertigung von Zapfen oder Platten von bestimmtem Schmelzgrade, welche in dem obern Theile eines Dampfmaschinenkessels eingesetzt werden, um den Dämpfen, wenn die Spannung wegen gesteigerter Temperatur das Maximum, welches sein soll, überschreitet, durch ihr Schmelzen einen Ausweg zu gestatten, wenn das Sicherheitsventil seinen Dienst versagen sollte; jedoch abgesehen von mancherlei Schwierigkeiten erfüllen sie den beabsichtigten Zweck auch dann nicht, wenn die Dämpfe im Kessel plötzlich eine sehr hohe Spannung annehmen. Das Verhältniß der Bestandtheile muß aus einer nach Versuchen über die Schmelzbarkeit dieser Legirungen zusammengestellten Tabelle entnommen werden, wie deren eine in Schubart's technischer Chemie, Band I, Abthlg. 2, enthalten ist. — Die wichtigste Legirung des Zinnes ist mit dem Kupfer zu den verschiedenen Arten von Bronce, welche so wie die oberflächliche Legirung oder Verzinnung des Kupfers und Eisens bei diesen Metallen besprochen werden.

338. Anwendung des Zinnes. Man verfertigt aus Zinn Kessel für chemische Laboratorien, Apotheken, Färbereien u. s. w.; Hüte zu Destillirblasen, Kühlapparate, Röhren u. dgl.; ferner, früher mehr als jetzt, Geschirre zum häuslichen Gebrauche, worin sie gegenwärtig durch Fayence und Porzellan verdrängt sind. Als Stanniol oder Zinnfolio zum Belegen von Spiegeln, Einschlagen von Waaren, Bekleiden von Leidnerflaschen, Ausfüttern von Kästen, Büchsen u. s. w. Stanniol wird theils mittelst Walzen, wie Bleiblech dargestellt, meistens aber durch Schlagen unter sogenannten Stanniolhämmern, leichte durch Wasserkraft in Bewegung gesetzte Schwanzhämmer von etwa 50 Pf. im Gewichte. Man unterscheidet dickere oder Spiegelfolio in einer Stärke von $\frac{1}{200}''$ und darüber, und dünnere oder Tischlerfolio, deren von den dünnsten 800 Blätter auf einen Zoll gehen, so daß ein Quadratfuß nur $1/_4$ Loth wiegt. Man pflegt wohl auch Stanniol zum Spiegelbelegen mit Handhämmern auf steinernen oder metallenen Platten zu schlagen, wozu man sich 10″ im Gevierte große Zinntafeln gießt. — Ferner dient Zinn zur Darstellung der erwähnten Legirungen, zur Fabrication des Bronce (siehe beim Kupfer), zum Verzinnen der kupfernen und eisernen Geräthe.

Sehr häufig wird das Zinn zu Zinngeschirren statt im reinen Zustande mit Blei legirt angewendet, theils weil das Blei einen weit geringern Preis hat, als das Zinn, theils weil das legirte Zinn die Formen besser ausfüllt; es verliert das Zinn jedoch durch diese Vermischung seine schöne Farbe, läuft an der Luft an, wird weicher und bei zu großem Zusatze der Gesundheit nachtheilig; daher ist die Größe des Bleizusatzes, welcher noch gegeben werden darf, durch gesetzliche Vorschrift in den verschiedenen Ländern festgesetzt (Probzinn, Pfundzinn). Die verschiedenen Legirungen des Zinnes mit dem Bleie benennt man mit 2pfündiges Zinn, wenn in der Legirung 1 Pf. Zinn, 3, 4, 5pfündiges Zinn, wenn 2, 3, 4 Pf. Zinn und 1 Pf. Blei enthalten sind. Erstere dieser Legirungen ist in jedem Falle nicht für Speisegeräthe verwendbar. Versuche über die Schädlichkeit einer Legirung von Zinn und Blei haben gezeigt, daß wenn der Zusatz von Blei $^1/_3$ der ganzen Masse nicht übersteigt, für die Gesundheit keine nachtheiligen Folgen hervorgehen, indem Essig, welcher in Gefäßen von der genannten Legirung gekocht, und dann einige Tage stehen gelassen wird, durch schwefelsaures Natron kein aufgelöstes Blei, wohl aber durch Schwefelwasserstoff aufgelöstes Zinnoxydul zeigt, daher auch selbst solche Gefäße nicht zur Aufbewahrung saurer oder sauer werdender Speisen und Getränke gebraucht werden sollen. Stark bleihaltigem Zinne sucht man öfters durch einen Zusatz von Antimon mehr Härte zu geben, wodurch aber die Dehnbarkeit verloren geht.

In Oesterreich ist für alle Geräthschaften, die mit Speisen, Getränken oder Arzneien in Berührung kommen, nur die Verwendung von bleifreiem, reinem Zinne gestattet.

Zur Prüfung der Beschaffenheit des Zinnes bedienen sich die Zinngießer der sogenannten Steinprobe, wobei das geschmolzene Metall in eine halbkugelförmige Vertiefung mit einer auslaufenden dreikantigen Rinne gegossen wird. Geübte Zinngießer schließen sodann aus dem Knirschen beim Biegen des dreikantigen Stieles, aus der Farbe, aus dem Abschmutzen, aus der Vertiefung, die sich beim Erkalten auf der Oberfläche der Halbkugel bildet, auf den Grad der Reinheit des Zinnes. — Eine andere Probe ist die hydrostatische; da das Zinn um so mehr an specifischem Gewichte zunimmt, je mehr es Blei aufgenommen hat, so kann man aus demselben auf die Menge dieses Zusatzes einen Schluß machen; hiezu ist jedoch nothwendig, durch Versuche die Dichten der verschiedenen Legirungen in einer Tabelle zusammen zu stellen, da das specifische Gewicht von Zinn und Blei geringer ist, als es nach der Berechnung sein sollte.

Die Dichte einer Legirung aus Zinn und Blei ist unter beigesetztem Verhältnisse folgende:

1	Zinn	u.	0.33	Blei;	Dichte	7.9942.	1	Zinn	u.	2	Blei;	Dichte 9.5535.
1	»	»	0.4	»	»	8.1094.	1	»	»	2.5	»	» 9.7701.
1	»	»	0.5	»	»	8.2669.	1	»	»	3	»	» 9.9387.
1	»	»	0.66	»	»	8.4973.	1	»	»	3.5	»	» 10.0734.
1	»	»	1	»	»	8.8640.	1	»	»	4	»	» 10.1832.
1	»	»	1.5	»	»	9.2653.						

So wie die Dichte zur Ausmittlung des quantitativen Verhältnisses von Zinn und Blei dienen kann, so kann das absolute Gewicht hiezu gebraucht werden, indem auch dieses, bei gleichem Volum, desto größer sein wird, je mehr Blei zugesetzt ist. Auch hier braucht man eine Tabelle, in der die Resultate von den Abwägungen gleich großer Kugeln aus reinem Bleie und reinem Zinne, und 99 Legirungen aus Zinn und Blei eingetragen und auf 100 Thle. Legirung berechnet sind, nebst einer Kugelform, die genau nach den Dimensionen der, der Tabelle zu Grunde liegenden Kugel angefertigt ist. Eine solche Tabelle ist von Bergenstierna angefertigt.

Abgesehen von den Schwierigkeiten, welche der Anfertigung ganz gleicher Kugeln entgegen stehen, so wird in dieser wie in der vorhergehenden Probe durch das Hinzukommen eines dritten Metalles, das specifische Gewicht oder das absolute bei gleichem Volum merklich geändert, was aus der Tabelle nicht entnommen werden kann. Auch der Umstand, daß selbst Legirungen von gleichem Gehalte an Zinn und Blei, je nachdem sie unter verschiedenen Umständen erstarren, ein verschiedenes Volum erlangen und bei 30 bis 40 Proc. Blei sogar löcherige Güsse entstehen, kann in diesem wie im vorigen Falle Unrichtigkeiten veranlassen.

Auf chemischem Wege entdeckt man die Reinheit des Zinnes durch Behandlung desselben mit reiner Salpetersäure, wodurch das Zinn oxydirt, die fremden Metalle aber in der Auflösung bleiben; Schwefelsäure oder schwefelsaures Natron fället sodann daraus das Bleioxyd, und in Ueberschuß zugesetztes Ammoniak zeigt in rothbraunen Flocken den Gehalt an Eisen und durch blaue Färbung das Vorhandensein von Kupfer. Soll die Menge von Zinn und Blei in dem Metallgemische wirklich quantitativ bestimmt werden, so wird eine gewogene Menge desselben mit reiner Salpetersäure behandelt, das gut ausgewaschene Zinnoxyd getrocknet, geglüht, und auf 100 Thle. desselben 78.6 Zinn gerechnet; das sodann durch Fällung mit schwefelsaurem Natron erhaltene schwefelsaure Bleioxyd wird auf gleiche Art ausgewaschen, getrocknet und gewogen, und auf 100 Thle. desselben 68.3 Blei in Rechnung gebracht. — Hätte man in einer zur qualitativen Untersuchung vorläufig zur Probe gemachten Auflösung auch Eisen und Zink in der Legirung gefunden und sollten auch diese beiden Metalle quantitativ bestimmt werden, so dürfte man nur die Flüssigkeit nach Abscheidung des Bleies mit Ammoniak versetzen, so lange noch ein Nieder-

schlag von Eisenoxyd entsteht, und daraus den Gehalt an Eisen bestimmen, aus der davon filtrirten Flüssigkeit aber, das Kupferoxyd, welches eben durch Hilfe des Ammoniaks gelöst gehalten wird, durch Aetzkali als Hydrat fällen, durch Erhitzen seines Wassers berauben und auf ähnliche Art die Menge des Kupfers daraus berechnen.

339. Das Zinn ist eines der am längsten bekannten und verarbeiteten Metalle. Es kommt nicht gediegen (überhaupt nicht sehr häufig) vor; das gewöhnlichste Zinnerz ist Zinnstein, natürliches Zinnoxyd, seltener ist Zinnkies, Schwefelzinn mit Schwefelkupfer und Schwefeleisen. — Das geröstete Zinnerz wird durch Pochen und Auswaschen von der übrigen Gebirgsart gereinigt und dann geröstet, wodurch Schwefel, Arsenik und zum Theil Antimon entfernt wird. Aus dem gerösteten Erze wird durch Schmelzen mit Kohle und Zuschlägen in Schachtöfen das Zinn reducirt. Das erhaltene Zinn wird sodann in einem Flammenofen einer allmälich steigenden Temperatur ausgesetzt, und so das reinere Zinn erhalten, während die schwer schmelzbaren Verbindungen desselben mit Kupfer, Eisen u. s. w. zurückbleiben. Das englische Kornzinn und das indische Zinn (Malacca- oder Bankazinn) sind am reinsten. — Chemisch rein erhält man es nur durch Reduction des künstlich bereiteten reinen Zinnoxydes.

11. Kupfer.

340. Das Kupfer, Cuprum, Cu, zeichnet sich durch eine bräunlich rothe Farbe aus, durch starken Glanz und Klang; die Dichte desselben wird etwas verschieden angegeben, da fremde Beimischungen hierauf bedeutenden Einfluß haben; sie beträgt für das gegossene Kupfer ungefähr 8.85, für das geschmiedete 8.95. Der Bruch des reinen Kupfers zeigt an gegossenen Stücken ein zackiges, glänzendes Korn, welches durch Schmieden sehnig wird, jedoch so, daß die einzelnen, nicht bestimmt hervortretenden Sehnenbündel zu einer ganz gleichartigen Masse von lichtrother Farbe und etwas seidenartigem Metallglanze verwebt sind. An Härte steht das Kupfer nach dem Eisen, eben so folgt es in Bezug der absoluten Festigkeit gleich nach demselben; in Hinsicht der Geschmeidigkeit hingegen übertrifft es das Eisen, so wie viele andere Metalle, indem es sich sowohl zu sehr dünnen Blechen auswalzen, als zu sehr feinen Drähten ziehen läßt. Von fremden Beimischungen völlig freies Kupfer zeigt sich in allen Temperaturen vollkommen geschmeidig. Durch kaltes Hämmern, Walzen und Drahtziehen wird das Kupfer viel weniger hart und spröde als Eisen, Stahl, Messing u. s. w., und besitzt zugleich die Eigenschaft, durch eine verhältnißmäßig

geringe Hitze alle seine natürliche Weichheit und Geschmeidigkeit wieder zu erlangen, wozu bei gutem reinem Kupfer eine die Schmelzhitze des Zinnes nicht viel übersteigende Temperatur hinreichend ist.

Dieser letzte Umstand ist besonders bei Anfertigung von gold- und silberplattirten Blechen von großer Wichtigkeit, welche bei möglichst schwacher Hitze geglüht werden müssen, weil sich sonst das Silber oder Gold chemisch mit dem Kupfer vereinigt. Es darf daher zu Plattirungen nur höchst reines Kupfer verwendet werden.

Das Kupfer schmilzt bei anfangender Weißglühhitze schwieriger als Silber, leichter als Gold (nach Daniell bei 872°), und zeigt hiebei eine bläulich grüne Oberfläche; es verflüchtiget sich nur in sehr hohen Temperaturen. Zu Gußwaaren taugt das Kupfer nur wenig und gerade das reinste am wenigsten, indem es sich beim Erstarren ausdehnet, steigt, und dadurch keine dichten, sondern nur blasige poröse Güsse liefert, besonders wenn es zu heiß gegossen wird. Wird die Vorsicht, das geschmolzene Kupfer gerade bei jenem Hitzegrade auszugießen, wo es schnell in der Form erstarren muß, außer Acht gelassen, so können gegossene Stäbe und Platten selbst zum Ausstrecken unter Hämmern und Walzen untauglich werden, weil die im Innern entstandenen Höhlungen zu Schiefern und Doppelungen Anlaß geben. Die Formen, in welche Kupfer gegossen wird, müssen besonders sorgfältig getrocknet sein, weil die geringste Spur von Feuchtigkeit ein heftiges Herumspritzen verursacht.

Fremde Metalle, so wie sie in dem im Großen dargestellten und im Handel vorkommenden Kupfer enthalten sind, vermindern die Festigkeit und Geschmeidigkeit desselben, und zwar in der Art, daß diese nachtheilige Wirkung sich auffallender in der Glühhitze, als bei der gewöhnlichen Temperatur zeigt, oder das Kupfer wird im höheren Grade rothbrüchig als kaltbrüchig. Auf diese Art wirken Eisen in der geringsten Menge, Antimon und Arsenik schon bei 0.15 Proc., Zinn und Wismuth bei 0.25 Proc., Zink bei 0.6 Proc. Eben so nachtheilig wirkt Blei, bei 1 Proc. macht es das Kupfer bei jeder Temperatur zur Bearbeitung völlig unbrauchbar, bei 0.3 Proc. verursacht es in der Hitze noch starke Kantenrisse, und selbst bei 0.1 Proc. ist es wohl zu gewöhnlichen Arbeiten, aber nicht zu feinen Drähten und Blechen anwendbar. Einen gleichen Einfluß hat Kohlenstoff, von dem es bis 0.2 Proc. aufzunehmen im Stande ist. Durch den Proceß des Garmachens werden diese fremden Beimengungen so viel möglich entfernt, indem sie durch Oxydation in die Schlacke getrieben werden; hiebei erzeugt sich eine nicht unbedeutende Menge Kupferoxydul, das, obwohl nur an der Oberfläche ent-

stehend, sich doch mit dem Kupfer in der Schmelzhitze zu einer gleichartigen Masse menget, und schon bei 1.1 Proc. Kaltbrüchigkeit desselben veranlaßt. In Bezug des Kupferoxydulsist noch zu bemerken, daß es auf ein mit kleinen Mengen der oben benannten Metalle verunreinigtes, daher rothbrüchiges Kupfer in so ferne vortheilhaft einwirkt, als dessen Rothbruch vermindert wird, wenn der Oxydulgehalt nicht 2 Proc. übersteigt. Während also die Beimischung von Kupferoxydul bei reinem Kupfer jederzeit ein großer Fehler ist, wird im Gegentheile unreines Kupfer dadurch verbessert. Der Oxydulgehalt, wenn auch geringe, macht das Kupfer zu solchen Gegenständen unbrauchbar, die eine sehr feine Politur verlangen, z. B. zu Platten für den Kupferstich, weil dadurch rauhe und undichte Stellen entstehen, Aschflecke. — Kleine Beimengungen von Zink und Blei, so auch vom Kupferoxydule, benehmen dem Kupfer die Eigenschaft, beim Festwerden zu steigen; solches Kupfer erstarrt vielmehr ganz ruhig.

Bei gewöhnlicher Temperatur in Berührung mit trockener Luft, so wie im luftfreien Wasser, wird das Kupfer nicht verändert; hingegen durch gleichzeitige Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit, besonders wenn das Kupfer selbst mit Wasser, vorzüglich mit salzhaltigem, benetzt ist, bedeckt sich dessen Oberfläche mit einem grünen Ueberzuge, Kupferrost, auch Grünspan genannt, basisch kohlensaures Kupferoxydhydrat, welches daher nicht zu verwechseln ist mit dem fabrikmäßig erzeugten eigentlichen Grünspan oder essigsaurem Kupferoxyde. Eben so oxydirt sich das Kupfer, wenn es mit Luft und einer andern Säure in Berührung ist, wie es leicht bei Kochgeschirren der Fall sein kann. Dieser Grünspanüberzug erlangt unter gewissen Umständen, besonders, wie es scheint, bei sehr langsamer Bildung einen hohen Grad von Dichtheit und sogar Glanz. Er wird als Merkmal des Alters an antiken Gegenständen von Kupfer und Bronce sehr geschätzt, edler Rost, aerugo nobilis; man bringt ihn aber auch auf neuen Arbeiten durch künstliche Behandlung hervor.

Wird das Kupfer unter dem Zutritte der Luft erhitzt, so zeigt die blanke Oberfläche die beginnende Oxydation durch die Anlauffarben, die in ihrer Art und Aufeinanderfolge denen beim Stahle gleich sind; bei anfangender Glühhitze erscheint das Kupfer endlich mit einer braunrothen Haut von Kupferoxydul überzogen. Beim Erkalten, besonders beim schnellen Abkühlen durch Wasser, so wie beim Biegen und Hämmern des geglühten Kupfers fällt jener Ueberzug in Blättchen oder Schuppen ab (Kupferhammerschlag oder Kupferasche). — Bei stärkerem Glühen oxydirt sich das Kupfer zu Oxyd, ohne sich wirklich zu entzünden, daher auch von

noch so hart gemachtem Kupfer durch Kies abgeschlagene Theile nicht so wie vom Stahle funkensprühend verbrennen, worauf sich die Anwendung dieses Metalles zu Geräthen für Pulverfabriken und Laboratorien gründet. Erst in sehr starker Weißglühhitze, wie in der Knallgasflamme verbrennt es mit grünlicher Farbe zu Kupferoxyd. — Das Wasser wird vom Kupfer bei keiner Temperatur zerlegt, daher umgekehrt das Oxyd durch Wasserstoffgas schon bei der Hitze einer gewöhnlichen Weingeistflamme reducirt wird. Aus dieser Ursache wird Kupfer von verdünnter Schwefelsäure und von Salzsäure nicht aufgelöst, sondern nur durch deren disponirende Gegenwart bei gleichzeitiger Einwirkung von Luft oxydirt. Durch concentrirte Schwefelsäure wird es bei der Siedhitze unter Entbindung von schwefligsaurem Gase in schwefelsaures Kupferoxyd umgewandelt. Salpetersäure wirkt schon in der Kälte auf dasselbe und löst es unter Entwicklung von Stickoxydgas zu salpetersaurem Kupferoxyde auf.

341. Das Kupfer hat außer einem technisch ganz unwichtigen Superoxyde zwei Oxydationsstufen. **Kupferoxydul**, $\dot{\text{Cu}}$, in der Natur als **Rothkupfererz**, entsteht beim Glühen des Kupfers an der Luft in den ersten Perioden der Oxydation, kann jedoch auf diese Weise nicht leicht ohne Beimischung von Oxyd erhalten werden. Außer daß es Gläser roth färbt, hat es, so wie dessen Salze, keine Anwendung.

Kupferoxyd, $\dot{Cu}$, wird in der Natur als **Kupferschwärze** gefunden; künstlich bereitet man es durch fortgesetztes Glühen des Kupferhammerschlages, bis derselbe vollkommen oxydirt ist, ferner durch Glühen von kohlensaurem oder salpetersaurem Kupferoxyde. Es ist ein schwarzes Pulver; im Zustande des Hydrates aber, wie es durch Fällung aus einer Kupferoxydsalzlösung mittelst überschüssiger fixer Alkalien erhalten wird, von hellblauer Farbe. Fett und fette Oehle lösen in Folge der Bildung von Fettsäuren das Kupferoxyd auf und werden dadurch grün gefärbt; man darf sie daher nicht in kupfernen Gefäßen aufbewahren, indem sie noch die Oxydation des Kupfers befördern; eben so dürfen kupferne oder aus Kupferlegirungen angefertigte Theile des Materiells nicht mit Oehl eingeschmiert, in Depots aufbewahrt werden. — Das Kupferoxyd dient mit seinem Sauerstoffe zur Analysirung organischer Körper, sonst auch um Glas grün zu färben, und im Hydratzustande als Malerfarbe, in welcher Beziehung ihm größere Beständigkeit zu wünschen wäre; das im Handel vorkommende **Bremergrün** (**Bremerblau**) ist Kupferoxydhydrat. Ein ähnliches Product ist das **Kalkblau** und **Bergblau**, welche zugleich mehr oder weniger Kalkhydrat enthalten. — Die Kupferoxydsalze

sind im wasserfreien Zustande weiß, im wasserhaltigen grün oder blau, haben einen höchst unangenehmen, herben und zusammenziehenden Geschmack und wirken auf den thierischen Organismus giftig. Als vorzüglichstes Antidot gegen Vergiftung durch Kupferpräparate wird empfohlen, Zucker in großer Menge im Wasser gelöst zu genießen.

In den Auflösungen der Kupferoxydsalze entsteht durch reines Kali, wenn die Menge desselben zur Neutralisation der Säure nicht hinreicht, ein grüner Niederschlag von einem basischen Kupferoxydsalze, durch eine hinreichende Menge desselben aber ein blauer Niederschlag von Kupferoxydhydrat, welcher durch Kochen in der alkalischen Flüssigkeit sein Wasser verliert und zu braunschwarzem Kupferoxyde wird. Durch Ammoniak wird der Anfangs entstandene grüne Niederschlag zu einer schön blauen Flüssigkeit aufgelöst. Selbst mit so viel Wasser verdünnte Auflösungen, daß sie farblos erscheinen, werden auf diese Art durch Ammoniak bläulich gefärbt. Eisenblausaures Kali bringt einen rothbraunen, Schwefelwasserstoff selbst in sauren Lösungen einen schwarzen Niederschlag hervor; durch Eisen und Zink wird das Kupfer metallisch daraus gefällt. Auch der durch kohlensaure Alkalien bewirkte Niederschlag löset sich im Uebermaße des Fällungsmittels zu einer blauen Flüssigkeit auf.

342. **Kupferchlorid, zweifach Chlorkupfer**, $CuGl$, wird durch Auflösen des Kupferoxydes in Salzsäure, oder des Kupfers in Königswasser erhalten. Es erscheint, wenn alles Wasser durch Erhitzung verjagt ist, als eine gelbbraune Masse, die an der Luft zerfließt, wobei sie grün wird. Das Kupferchlorid ist im Wasser auflöslich, eben so im Weingeiste, dessen Flamme sie grün färbt, was zu theatralischen Beleuchtungen benützt wird. Durch stärkeres Erhitzen entweicht Chlor und es bleibt **Kupferchlorür, einfach Chlorkupfer**, $\text{-Cu-}Gl$, zurück, das zu ähnlichen Zwecken verwendet werden kann.

Kohlensaures Kupferoxyd ist im neutralen Zustande wenigstens isolirt nicht bekannt. — **Basisch kohlensaures Kupferoxyd**, $\dot{C}u^2\ddot{C}$, findet sich in der Natur als **Malachit**, erzeugt sich auf dem der feuchten Luft ausgesetzten Kupfer (Kupferrost, Grünspan) und wird künstlich durch Fällung von Kupferoxydsalzen mittelst kohlensaurer Alkalien als hellgrünes Pulver erhalten, das durch Erhitzen sein Hydratwasser verliert und schwarz wird. Künstliches **Berggrün**, **Braunschweigergrün**, **Mineralgrün** sind im Handel vorkommende Farben, deren Hauptbestandtheil das genannte Salz ist. **Kohlensaures Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat**, $2\dot{C}u\ddot{C} + \dot{C}u + aq$ (auch $^2/_3$ kohlensaures Kupferoxyd genannt), kommt als **Kupferlasur**, (natürliches Bergblau, Mineralblau) in der Natur vor.

Salpetersaures Kupferoxyd, $\dot{C}u\dddot{\ddot{N}}$. Man erhält es, so wie es zum Behufe der Untersuchung von Kupferlegirungen bereitet wird, durch

Auflösen des Kupfers in Salpetersäure. Die Auflösung ist blaugrün, durch einen geringen Ueberschuß an Säure aber rein sapphirblau. Es schießt in blauen säulenartigen Krystallen an, die leicht zerfließen und durch Erhitzen in ein unlöslich basisches Salz von hellgrüner Farbe sich verwandeln. Es dient zur Darstellung von reinem Kupferoxyde.

Schwefelsaures Kupferoxyd, $\dot{Cu}\ddot{S}$, *blauer Vitriol*, *cyprischer Vitriol*, im Kleinen durch Auflösen des Kupfers in kochender Schwefelsäure, fabrikmäßig auf verschiedene Art bereitet, als: durch Rösten und Auslaugen von schwefelkupferhaltigen Kupfererzen, oder des eigens hiezu künstlich bereiteten Schwefelkupfers, oder durch Abdampfen der Cementwässer, welche nebst Kupfervitriol auch Eisenvitriol enthalten. Dieses Salz schießt in sapphirblauen Krystallen mit 5 At. Wasser an, die an der Luft sich nur wenig verändern, in 4 Thln. kalten und 2 Thln. kochenden Wassers löslich sind. An einem lauwarmen Orte, noch mehr durch eine mäßige Erhitzung verliert es sein Wasser, und verwandelt sich in eine weiße Salzmasse; der im Handel vorkommende Kupfervitriol enthält sehr häufig Eisenvitriol, der in jedem Mengenverhältnisse mit demselben krystallisiren kann, außerdem auch kleine Quantitäten von Zinkvitriol. — Die mit Eisenvitriol gemischten Sorten, welche zur Anwendung in der Färberei gesucht sind, werden häufig nach ihrem Erzeugungsorte benannt, z. B. Admonter Vitriol, Salzburger Vitriol. Kupfervitriol hat viele Anwendung in der Technik.

Behandelt man Kupfervitriol mit einer Lösung von Aetzammoniak, bis der anfänglich erzeugte Niederschlag sich vollkommen aufgelöset hat, so erhält man eine dunkellasurblaue Flüssigkeit, aus der beim Zusatze von Alkohol schön blau gefärbte Krystalle erhalten werden, *schwefelsaures Kupferoxydammoniak* ($NH^3\ddot{S}+NH^3\dot{Cu}+aq$); das Ammoniak zersetzt nämlich das Kupfersalz, es bildet sich schwefelsaures Ammoniak und Kupferoxyd, das sich in dem übrigen Ammoniak auflöset; beide zusammen krystallisiren sodann verbunden mit chemisch gebundenem Wasser. Man gießt zu diesem Zwecke in das zur Hälfte mit Alkohol gefüllte Gefäß durch eine bis auf den Boden desselben reichende Röhre die genannte blaue Lösung, wodurch nun die zwei Schichten entstehen, wovon die obere des Alkohols der untern blauen allmälich das Wasser entzieht, und so die Ausscheidung der Verbindung in Krystallen bewirkt. Diese Verbindung zersetzt sich an der Luft allmälich, indem Ammoniak entweicht, wodurch sie grün wird; sie dient zur Darstellung eines mit blauer Farbe brennenden Feuerwerkssatzes (320).

Essigsaures Kupferoxyd. Essigsäure löset das Kupfer selbst in der Siedhitze nicht auf, wenn die atmosphärische Luft abgeschlossen ist, wohl aber unter der gleichzeitigen Einwirkung derselben, indem der Sauerstoff hiebei durch die Flüssigkeit an das Kupfer tritt, und das sich bildende Oxyd in der Säure aufgelöset wird, wie es der Fall ist, wenn Essig oder saure Speisen in kupfernen Gefäßen aufbewahrt werden, oder darin erkalten; daher, um Vergiftungen zu vermeiden, die Verzinnung der Kochgeschirre (Destillirblasen, wo Weingeist rectificirt wird) höchst nothwendig ist. — Die Essigsäure verbindet sich mit dem Kupferoxyde in mehren Verhältnissen. Neutrales essigsaures Kupferoxyd, auch krystallisirter, oder, obwohl sehr unpassend, destillirter Grünspan, durch Kochen des basischen Salzes (gemeiner Grünspan) mit Essigsäure oder durch doppelte Wahlverwandtschaft zwischen essigsaurem Bleie und schwefelsaurem Kupferoxyde. Es bildet dunkelgrüne Krystalle, schmeckt ekelhaft, verwittert an der Luft, löset sich in 14 Thln. Wasser von der gewöhnlichen Temperatur und in 5 Thln. heißen Wassers auf. Unter dem Zutritte der Luft verbrennt dieses Salz mit intensiv grüner Flamme, bei der trockenen Destillation liefert es nebst den Gasen, Essigsäure und Essigspiritus; der Rückstand, ein Gemenge von Kohle und metallischem Kupfer ist pyrophorisch, wenn er höherer Hitze ausgesetzt war.

Im Handel kommen unter dem Namen Grünspan zwei basische Verbindungen des Kupferoxydes mit Essigsäure vor, welche von verschiedener Zusammensetzung sind, und auch auf verschiedene Weise bereitet werden. Die eine dieser beiden Varietäten ist von hellblauer Farbe, die andere von bläulich grüner, welche Verschiedenheit der Farbe sich vorzüglich an dem Pulver des Grünspanes zeigt. Die blaue Varietät, die als eine Zusammenhäufung feiner Krystallschuppen erscheint, ist in ihrem reinsten Zustande nach der Formel $\dot{C}u^2\bar{A} + 6aq$ zusammengesetzt, die grüne, von weniger krystallinischem Aussehen hingegen enthält $\dot{C}u^3\bar{A}^2 + 6aq$ gemengt mit etwas $\dot{C}u^3\bar{A} + 3aq$.

Versucht man erstere im Wasser aufzulösen, so bleibt $\dot{C}u^3\bar{A}$ zurück, während sich ein basisches $\dot{C}u^3\bar{A}^2$ und das neutrale Salz $\dot{C}u\bar{A}$ auflösen; erstere zwei Salze sind es, in welche die grüne Varietät zerfällt. Beide Arten enthalten gleichviel Kupferoxyd, nämlich bei 43 bis 49 Procent, aber die grüne Art ist reicher an Essigsäure, und hat daher in chemischer Beziehung den Vorzug, so wie sie auch an Farbe in so fern mehr Werth hat, als sie beim Trocknen weniger als 10 Proc. am Gewichte durch verflüchtigtes

Wasser verliert, während die blaue Varietät fast $^1/_4$ ihres Gewichtes einbüßt, wenn sie durch Erwärmen bis höchstens 80° grün wird.

Die Bereitung des Grünspanes beruht im Allgemeinen darauf, daß man Kupferplatten längere Zeit der gemeinschaftlichen Einwirkung der Luft und einer geringen Menge von Essigsäure unterwirft. Im Besonderen weicht das Verfahren bei dessen Bereitung darin ab, daß man an einigen Orten sauer gewordene Weintrester, an andern wirklichen fertigen Essig anwendet. Im ersten Falle erhält man die blaue Art des Grünspanes, im letztern die grüne. Guter Grünspan muß trocken und hart, schwierig zu zerbrechen, frei von schwarzen und weißen Flecken, und nicht bedeutend mit metallischen Kupfertheilen (und der blaue nicht mit Weintrestern) verunreinigt sein; in verdünnter Schwefelsäure, so wie in der Salpetersäure muß er sich ohne Rückstand auflösen.

Arsenigsaures Kupferoxyd. Es entsteht beim Zusammengießen einer Kupfervitriollösung mit der Auflösung von arsenigsaurem Kali als grüner Niederschlag. Es wird unter dem Namen Scheele'sches Grün, Schwedischgrün, Mineralgrün u. s. w. als Farbe gebraucht, und zu diesem Behufe auf verschiedene Arten bereitet, auch das Doppelsalz aus arsenigsaurem und essigsaurem Kupferoxyde wird als Farbe gebraucht unter dem Namen Schweinfurter Grün. Die Namen Mitisgrün, Wiener- oder Kirchbergergrün, Kaisergrün, Neugrün u. s. w. bezeichnen verschiedene fabrikmäßig erzeugte Farben, die arsenigsaures Kupferoxyd enthalten, wie es bereits S. 361 erwähnt wurde.

343. Einfach Schwefelkupfer, CuS, in der Natur als Kupferglanz, wird durch directes Zusammenschmelzen von Kupfer und Schwefel bewirkt, wobei im Momente der Vereinigung ein hellrothes Erglühen der Masse erfolgt. Durch Erhitzen an der Luft, Rösten, verwandelt sich dasselbe in schwefelsaures Kupferoxydul, das zum Theile durch den Sauerstoff der Luft, theils durch Absetzen von metallischem Kupfer in das Oxydsalz übergeht, daher diese Schweflungsstufe zur Darstellung von Kupfervitriol verwendet wird. Schwefelkupfer bildet sich auch in Folge der Einwirkung des Pulverrückstandes auf das Kanonenmetall. — Zweifach Schwefelkupfer, in der Natur sehr selten vorfindig, entsteht bei Behandlung einer Kupferoxydlösung mit Schwefelwasserstoffgas. — Phosphorkupfer, durch Reduction des phosphorsauren Kupferoxydes mittelst Kohle. Diese so erhaltene Verbindung verliert durch Glühen unter einer Glasdecke den größten Theil des Phosphors, so daß nur $7^3/_4$ Proc. in der Verbindung bleiben, die nun durch keine Hitze mehr verflüchtigt werden können. Diese

Verbindung hat eine stahlartige Härte, so daß man schneidende Werkzeuge daraus verfertigen kann. — Kohlenstoff und Kupfer. Hievon wurde das Nöthige gleich Anfangs bei Aufzählung der Eigenschaften des Kupfers besprochen.

344. Vorkommen und Gewinnung des Kupfers. In der Natur findet sich das Kupfer theils gediegen, theils im oxydirten Zustande an Säuren, als: Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Kieselsäure u. s. w. gebunden, endlich geschwefelt als Kupferglanz. Das häufigste, allgemein verbreitete Kupfererz, aus dem fast alles Kupfer gewonnen wird, ist Kupferkies, eine Verbindung von Schwefelkupfer mit Schwefeleisen.

Die gewöhnlichste Art der Kupferausscheidung aus dem Kiese ist folgende. Das Kupfererz wird so viel als möglich durch mechanische Mittel von fremden Beimengungen gereinigt, und sodann nach einer vorausgegangenen Röstung, wenn viel überschüssiger Schwefel vorhanden ist, mit quarzhaltigen Zuschlägen zusammengeschmolzen; die Producte hievon sind Schlacke, Rohschlacke, aus der Vereinigung der Zuschläge mit der Gangart und mit dem beim Rösten entstandenen Eisenoxydule, ferner Schwefelverbindungen, welche nebst dem Schwefelkupfer auch noch das Eisen und andere fremde Metalle enthalten, Kupferstein, Rohstein. Durch diese erste Operation erhält man demnach das ursprüngliche Erz nicht im Wesentlichen verändert, sondern nur von der Gangart befreit und zum Theil vom Schwefeleisen. — Dieser Kupferstein wird nun, um die fremden Metalle zu oxydiren, neuerdings geröstet, und die geröstete Masse unter Zusatz von Quarz, mit Kohle geschichtet, zusammengeschmolzen. Die Kieselerde schmilzt hiebei mit dem Eisenoxydule zur Schlacke, die Kohle reducirt das Kupferoxyd und das Kupfer sammelt sich unter der Schlacke. Je nachdem der Stein weniger oder mehr vollkommen geröstet wird, erhält man wieder eine Schwefelverbindung, einen Stein, der weniger Eisen enthält, als der erste, Concentrationsstein, oder Stein und Rohkupfer oder endlich bei vollkommener Oxydation nur allein das Rohkupfer nebst der Schlacke. War zu wenig Kieselerde vorhanden, so scheidet sich auch ein Theil des Eisens metallisch aus, wodurch sich die sogenannten Eisensauen bilden, die wegen ihrer Schwerflüssigkeit im Ofen selbst erstarren, und den Fortgang des Schmelzens hindern, oder es fällt das Roh- oder Schwarzkupfer wenigstens sehr eisenhaltig aus. Es ist daher vortheilhaft, wenn nebst dem Kupfer noch etwas Stein vorhanden ist, weil das Eisen, wenn es sich ausscheidet, das Schwefelkupfer zersetzt, und so nicht in das Kupfer, sondern in den Stein geht. Der Concentrationsstein wird auf gleiche Weise auf Schwarzkupfer

verarbeitet. Dieses Roh- oder Schwarzkupfer enthält noch immer Eisen und Schwefel, so wie Antheile der übrigen im Erze enthalten gewesenen Metalle und eine geringe Menge Kohlenstoff; auch Silber kann in demselben enthalten sein, welches durch Seigerung ausgeschieden wird.

Um das Schwarzkupfer von diesen fremden Beimengungen so viel als möglich zu reinigen, wird dasselbe dem Processe des Spleißens oder Garmachens unterworfen. Zu diesem Zwecke wird es entweder im Flammenofen oder in dem seichten Tümpel des Spleißherdes niedergeschmolzen, und der Einwirkung eines darüber geführten Windstromes ausgesetzt, wodurch die fremden Metalle in die Schlacke getrieben werden, die man entweder abzieht, oder durch eigene Schlackengassen abfließen läßt; sie wird, da sie kupferhaltig ist, Garschlacke, beim Schmelzen der Kupfererze benützt. Wenn die mit einer eingetauchten kalten eisernen Stange herausgenommene Garprobe, der Garspan, dem geübten Auge des Arbeiters die volle Reinheit des Kupfers anzeigt, so wird entweder auf diesem Herde, oder auf einem eigenen (Rosetten-) Herde, in welchen man das gargemachte Kupfer abfließen läßt, die Oberfläche des etwas abgekühlten Kupfers mit Wasser bespritzt, und die erkaltete Scheibe, Rosette, Rosettenkupfer, eine nach der andern abgezogen. Bei diesem Abkühlen des Kupfers erhebt sich oft ein Regen von sehr kleinen (manchmal staubartigen, selten die Größe eines Stecknadelkopfes erreichenden), in der Luft erstarrenden Metalltröpfchen, von welchen die größeren wohl 3 bis 4 F. hoch geschleudert werden. Man nennt diese Erscheinung, welche nur bei reinem, nicht mehr bei einem über 1¼ Proc. Kupferoxydul enthaltenden Kupfer eintritt, das Spritzen oder Spratzen, und die ausgeworfenen Kupferkörner Spritzkupfer. — Aber auch das auf die beschriebene Weise erhaltene gute Garkupfer hat den für die Bearbeitung erforderlichen Grad von Geschmeidigkeit noch nicht, sondern muß erst dem Processe der Hammergare unterworfen werden, wodurch das während der lang fortgesetzten Erhitzung im Garherde entstandene Kupferoxydul wieder reducirt wird. Zu diesem Ende wird das Kupfer noch einmal in Berührung mit der Kohle umgeschmolzen; die erwähnte Reduction erfolgt hiebei vollkommen. Es kann aber auch geschehen, daß, wenn die Schmelzung des Kupfers zu lange fortgesetzt, oder unter einer zu heftigen Einwirkung des Windes betrieben wird, der Zustand der Hammergare überschritten wird, indem eine neue Menge Oxydul entsteht und das Kupfer sich jenem Zustande nähert, den es unmittelbar nach dem Garmachen hatte (übergares Kupfer). Dagegen kann durch zu starke Einwirkung der Kohle das Kupfer etwas Koh-

lenstoff aufnehmen, und dadurch rothbrüchig werden; oxydirender Luftstrom befreit es wieder davon. Die Schwierigkeit liegt daher darin, an den gemachten Proben den Augenblick zu erkennen, wo das Metall schon allen Kohlenstoff verloren, aber noch keinen Sauerstoff aufgenommen hat.

Das Kupfer wird auch aus dem Grubenwasser, welches sich mit dem durch allmäliche Oxydation des Schwefelkupfers gebildeten schwefelsauren Kupferoxyde angeschwängert hat, Cementwasser, wie zu Neusohl, zu Schmöllnitz in Ungarn, metallisch dargestellt durch Einhängen von Eisenstäben, oder durch Darüberleiten des Wassers über Eisenstäbe, bis sich alles Kupfer als Blättchen oder Pulver niedergeschlagen hat, Cementkupfer.

Die Darstellung des Kupferbleches, in welcher Form es sehr häufig zur weiteren Bearbeitung verwendet wird, geschieht entweder durch Ausschmieden der gegossenen Stücke unter dem Hammer bis auf die verlangte Dicke, oder auf die Art, daß diese gegossenen Platten nur bis zu einer Dicke von ½" unter dem Hammer ausgedehnt, vorgeschlagen, und sodann unter Walzen weiter ausgestreckt werden. Sowohl in dem einen, als in dem anderen Falle wird die Ausstreckung im glühenden Zustande vorgenommen, und das Glühen so oft wiederholt, als die Stücke unter der Arbeit erkalten. In vielen Fabriken geschieht das Walzen des Kupfers auch kalt, indem man es nur dann, wenn es durch die fortgesetzte Streckung hart geworden ist, ausglüht, und im kalten Wasser ablöscht, worauf mit dem Auswalzen fortgefahren wird; bei diesem Verfahren preßt sich durch den Druck der Walzen der Glühspan nicht in die Bleche ein, und solches Blech ist dann geeigneter, der Witterung, und als Schiffbeschlag der zerstörenden Wirkung des Seewassers zu widerstehen. Da das Kupfer durch Glühen in viel geringerem Grade oxydirbar ist, als das Eisen, so ist auch der Verlust durch Abbrand viel unbedeutender. Kupferblech wird zu den mancherlei Zwecken in bestimmten Dimensionen erzeugt, und mit verschiedenen Namen, die häufig dessen Verwendung anzeigen, belegt, als: Schiffblech, Rinnen- oder Dachblech, Münzblech, Emaillirblech zu den Uhrzifferblättern u. dgl.

Hieher gehört auch das sogenannte plattirte Blech, d. i. Kupferblech, welches auf einer Seite (selten auf beiden Seiten) mit einer dünnen Lage Silber oder Gold auf die Art überzogen wird, daß man auf eine ziemlich dicke, blank gefeilte Kupferplatte ein viel dünneres Silber- oder Goldblech legt, beide gemeinschaftlich im glühenden Zustande durch Walzen gehen läßt, und sodann kalt weiter auswalzt. Zur Silberplattirung wird das Kupfer früher mit einer Auflösung von salpetersaurem Silber, zur Goldplattirung mit einer Lösung von Gold im

Königswasser bestrichen. Auch mit Platin findet Plattirung des Kupfers statt (Platinirung).

Zur Darstellung des Kupferdrahtes werden entweder quadratische Stäbe, Zaine, gegossen, rund geschmiedet und dann dem Drahtzuge überliefert, oder es werden aus geschmiedeten und gewalzten Platten Streifen, Regalen, geschnitten, und diese dann durch die Zieheisen gezogen. Man unterscheidet gewöhnlich Muster- und Scheibendraht. Unter ersterem werden alle gröberen Sorten, bis zur Dicke einer Stricknadel, unter letzterem die feinen Sorten begriffen. Ein Draht im Durchmesser von 0.01″ wiegt erst bei einer Länge von 3662′ ein Pfund, hingegen von 0.85″ Durchmesser schon bei einer Länge von 0.506′.

345. Anwendung des Kupfers. Man bedient sich des Kupfers zu Kesseln, Siedepfannen, Blasen, Röhren, Kühlvorrichtungen bei Destillationen und Siedereien im Großen, so wie auch zum häuslichen Gebrauche, theils im verzinnten, theils im unverzinnten Zustande; ferner zu Schiffbeschlag, wo es durch unmittelbaren Contact mit einem positiveren Metalle, als Protector, nach Davy's Angabe gegen den Angriff des Seewassers und der allmälichen Zerstörung, welche durch die Bildung von Chlorkupfer eintreten würde, gesichert wird; eben so zum Dachdecken, auch zu Dachrinnen, wobei es jedoch sehr nachtheilig ist, das Kupfer in die unmittelbare Berührung mit einer etwa vorhandenen Zinkbedachung zu bringen, da aus der gerade erwähnten Ursache das Zink einer viel schnelleren Zerstörung hiedurch unterliegt; ferner zu Pulverzimenten und verschiedenen andern Geräthen im Artillerielaboratorium (statt des Eisens); im Zustande des dünnsten Bleches zu Kupferzündhütchen, gegossen und in prismatische Form geschmiedet als Kerne zur Ausfütterung der Zündlöcher des schweren Geschützes, endlich zu den vielen sehr brauchbaren Legirungen mit Zink und Zinn unter verschiedenen Namen, wie folgt.

346. Legirungen. Mit Arsen. Durch Zusammenschmelzen von Kupfer mit Arsen zu gleichen Theilen, unter einer Decke von Glas oder Kochsalz, wobei jedoch immer Arsen verflüchtiget wird, erhält man eine gelblichweiße Legirung, welche hart und spröde ist und an der Luft leicht anläuft. Durch Umschmelzen verliert sie immer mehr, doch nie den ganzen Gehalt von Arsen. Diese Legirung, Weißkupfer, argent haché, die durch das Neusilber, und durch die plattirten Waaren, gänzlich verdrängt ist, wurde früher mehr als jetzt zu Pferdegeschirren, Leuchtern u. dgl., aber niemals zu Speisegeschirren verwendet.

Mit Nickel und Zink. Diese dreifache Legirung, Pakfong, ist dem Silber sehr ähnlich, nimmt eine schöne Politur an, ist geschmeidig, so daß sie zu Blech und Draht verarbeitet werden kann; durch Abänderung der Verhältnisse der Bestandtheile werden mehre Arten dieser Legirung zu verschiedenen Bestimmungen erhalten, als: die dem Anlaufen an der Luft und in Speisen am wenigsten unterworfene, mithin zu Kesseln, Speisegeräthen u. s. w. anwendbare Legirung besteht aus 50 Kupfer, 25 Nickel und 25 Zinn, eine andere aus 55 Kupfer, 22 Nickel und 23 Zinn; die zum Walzen für Bleche geeignetste besteht aus 60 Kupfer, 20 Nickel und 20 Zinn; für Gegenstände, die gegossen werden müssen, werden der letzteren noch 3 Proc. Blei zugesetzt. Zur Bereitung des Pakfongs ist hauptsächlich ein arsenfreies Nickel erforderlich. Ein Rückhalt davon macht es spröde, so wie auch andere Metalle, Wismuth, Antimon, Blei, Zinn, die Dehnbarkeit desselben vermindern. Eisen verträgt sich mit demselben (etwa zu 3 Proc.) und erhöhet selbst dessen weiße Farbe. Schon durch Nickel allein ohne Zink, wird die Legirung weiß und ist dehnbar, jedoch läuft sie an der Luft leicht an und bedeckt sich mit Grünspan, was durch Zusatz von Zink vermieden wird. — Vor den mit Silber plattirten Waaren hat das Pakfong den Vorzug, daß es durch Abnützen seine weiße Farbe nicht verliert, während erstere roth werden, und daß letztere selbst nach längerer Zeit einen relativ höheren Werth haben, und von Fabriken wieder angekauft werden. In Bezug der etwaigen Schädlichkeit dieser Legirung für die Gesundheit ist durch Versuche ermittelt, daß ein Löffel, der aus einer Legirung von 50 Kupfer, 31.25 Zinn und 18.75 Nickel erzeugt war, mit Essig behandelt, kaum einen Gran mehr am Gewichte verlor, als ein Löffel von 12löthigem Silber; ein ähnliches Verhalten zeigte sich auch beim Bestreichen mit Oehl, Butter u. s. w. Gut gemischtes Weißkupfer ist selbst auf dem Probirsteine von dem 12löthigen Silber kaum zu unterscheiden, allein Salpetersäure, die schnell darauf einwirkt, macht einen grünen Fleck, so wie ein Tropfen Salzsäure zu dieser grünen Auflösung hinzugebracht, keine Trübung verursacht, was beim Silber der Fall ist.

347. Mit Zink. Diese technisch besonders wichtige Legirung, Messing oder Gelbkupfer im Allgemeinen, geht von der dunkel rothgelben Farbe desto mehr ins Lichtgelbe, je größer das Verhältniß des Zinkes in derselben ist. Man unterscheidet danach gelbes oder eigentliches Messing und Tombak oder rothes Messing (in gegossener Form Rothguß); in diesem beträgt die Menge Zink 8 bis 20, in jenem 27 bis 35 Procente. Nebst diesen sind noch einige zinkreichere Legirungen, die als Messing-

schlagloth verwendet werden. Steigt der Gehalt des Zinkes über die Hälfte der Legirung, so zeigt dieselbe eine grauweiße Farbe, welche auch schon bei minderem Zinkgehalte durch einen Zusatz von Zinn hervorgebracht wird. Das Kupfer wird durch einen Zusatz von Zink zum Gusse tauglicher, indem es in Formen gegossen, nicht mehr die poröse Beschaffenheit des Kupfers zeigt. Im Allgemeinen sind die verschiedenen Arten dieser Legirung leichtflüssiger als reines Kupfer, und desto schmelzbarer, je mehr sie Zink enthalten (bei 25 Proc. Zink ist der Schmelzpunkt 737° R.). An Härte und absoluter Festigkeit übertreffen die Legirungen aus Kupfer und Zink das reine Kupfer, vorausgesetzt daß das Zink den kleineren Antheil in der Mischung ausmacht. Der Rothguß liefert beim Erkalten eine dichte Masse, die sich zwar schwerer bearbeiten läßt, als das gelbe Messing, aber auch durch Reibung mit Eisen nicht so leicht abnützt, weßwegen derselbe auch zu Unterlagen und zu Büchsen für eiserne Zapfen an Maschinen, Instrumenten u. dgl. gewöhnlich angewendet wird. — Härte und Zähigkeit vermindern sich, wenn glühendes Messing durch Eintauchen in kaltes Wasser rasch abgekühlt wird. Das Messing ist im Allgemeinen sehr geschmeidig, indem es zu dünnen Blechen ausgewalzt und ausgeschlagen, so wie auch zu feinem Drahte gezogen werden kann, was aber nur im kalten Zustande gilt, da es heiß so spröde ist, daß es sich in Stücke zerschlagen läßt. Diese Geschmeidigkeit ist jedoch immer kleiner, als die des Kupfers, und wird desto mehr vermindert, je größer der Zinkgehalt wird; Tombak ist daher geschmeidiger als Messing, und man darf zu Messing, das zu Draht und Blech bestimmt ist, die Zinkmenge nicht zu groß nehmen, wie es mitunter zu Gußwaaren, welche keiner großen Zähigkeit bedürfen, und insbesondere der Wohlfeilheit wegen geschieht; gegossenes Messing zerbricht daher bisweilen, selbst bei der gewöhnlichen Temperatur, leicht durch starke Schläge.

Ein Zusatz von Blei (selbst wenn er nur nahe 1 Procent beträgt) macht das Messing härter, und zur Bearbeitung durch Bohren, Feilen, Abdrehen geeigneter, daher es in solchen Fällen auch absichtlich zugesetzt wird (auf 20 Pf. Messing 4 Lth. Blei). Derlei bleihaltiges Messing ist jedoch zur Blech- und Drahtfabrication nicht geeignet. Auch Zinn vermehrt die Härte, vermindert aber die Dehnbarkeit. Durch Anwendung von unreinem Kupfer zur Bereitung des Messings kann dasselbe eisenhaltig werden (unbrauchbar zu Boussolen und anderen magnetischen Apparaten); auch in diesem Falle geht Dehnbarkeit und Zähigkeit zum Theil verloren, während die Härte zunimmt. Gewöhnlich ist das Eisen nicht innig mit dem Messing verbunden, sondern es liegt körnerweise in demselben, wodurch Rostflecke hervorgerufen werden.

Das specifische Gewicht des Messings im Allgemeinen ist größer als das nach dem specifischen Gewichte der Bestandtheile in Berücksichtigung ihrer Mengenverhältnisse berechnete Mittel. Es steigt mit dem Kupfergehalte, und kommt dadurch zuweilen dem des Kupfers gleich.

Die Dichte von Tombakblech (81.25 Kupfer und 18.75 Zink) wurde 8.788, von Tombakdraht (87.5 K. und 12.5 Z.) mit 9.0 gefunden. Für das gelbe Messing sind 7.82 und 8.73 die Grenzen, was theils von der Zusammensetzung, theils von dem Zustande (ob es gegossen oder durch Bearbeitung verdichtet wurde) abhängig ist.

Durch die Einwirkung der Luft bei der gewöhnlichen Temperatur laufen Tombak und Messing weniger leicht an, und bilden nicht so leicht Grünspan als das Kupfer. An der Luft geglüht, bedecken sie sich mit einer bräunlich- oder grauschwarzen Haut, die von Säuren leicht aufgelöst wird. Bei längerem Glühen, besonders bei anhaltendem Schmelzen, wird nach und nach Zink verflüchtigt, und dadurch die Farbe der Metallmischung röthlicher. Die Legirungen des Kupfers mit dem Zinke werden zum Gießen verschiedener Gegenstände verwendet, in welcher Beziehung außer dem Gußeisen kein anderes der in den Gewerben verarbeiteten Metalle so häufig gebraucht wird (Gelbgießerei und Rothgießerei). Die Verarbeitung zu Blech und Draht und dessen Verwendung in dieser Form ist ebenfalls allgemein bekannt (Messingblech und Draht für Gewehrzünder, Siebe zum Sortiren des Pulvers aus Messingdraht). — In so fern das Tombak an Farbe dem mit Kupfer legirten Golde ähnlich ist, erhält es verschiedene Namen, wobei es jedoch auch meistens einen kleinen Antheil von Zinn und Blei enthält, als Pinschbek, Prinzmetall, Mannheimer Gold, Semilor, Chrysokalk, überhaupt Compositionen.

348. Die Fabrication des Messings wird auf zweierlei Art betrieben. Die ältere an mehren Orten noch gebräuchliche Art besteht in einer Cementation von Kupfer, was durch Ausgießen in Wasser granulirt erhalten wurde, mit geröstetem und verkleinertem Zinkerze (Galmei, auch Ofenbruch) und Holzkohlenpulver.

Das Zink wird aus seinem Erze durch die Kohle reducirt, kommt als Dampf mit dem schmelzenden Kupfer in Berührung und verbindet sich mit demselben zu Messing. Die geschmolzene Masse aus 9 bis 12 Tiegeln, die auf der Bank eines, einem Glasofen ähnlichen Messingofens gestanden waren, wird in einen einzigen großen Tiegel, der glühend erhalten wird, gegossen, von der oben auf schwimmenden Unreinigkeit befreit, und dann entweder zu Tafeln zur weiteren Verarbeitung, oder wie

es meistens der Fall ist, in eine erwärmte Sandgrube ausgegossen, zu Arco oder Stückmessing, welches noch glühend (wobei das Messing spröde ist) Behufs eines nochmaligen Umschmelzens in Stücke zerschlagen wird. Dieses Umschmelzen zu Tafelmessing wird mit dem Stückmessing entweder für sich, oder mit Zusatz von einer neuen Portion Cementpulver aus Galmei und Kohlenpulver oder auch unter Zugabe von Kupfer oder altem Messing vorgenommen, um sowohl den Zinkgehalt bis auf den gehörigen Grad zu vermehren, als auch um eine gleichförmigere Mischung der Bestandtheile zu bewirken. — Gegenwärtig ist es fast allgemein gebräuchlich, das Zink metallisch anzuwenden. Man schmilzt es entweder unmittelbar mit dem Kupfer zusammen, oder trägt, was aber leicht zu Explosionen Anlaß geben kann, das vorher erhitzte Zink in das geschmolzene Kupfer ein, rührt die Mischung gut um, und gießt sie aus. Dieses Umrühren ist eine unerläßliche Bedingung bei der Messingbereitung, indem trotz der großen Neigung des Kupfers, sich mit dem Zinke zu verbinden, doch in der Ruhe leicht eine unvollkommene Mischung erfolgt. — Man hat auch Kupfer in Blech- und Drahtform Zinkdämpfen ausgesetzt, und dasselbe auf diese Art an der Oberfläche bis auf eine gewisse Tiefe in Messing verwandelt. Ein derlei Draht kann ohne Verlust seiner gelben Oberfläche in sehr feine Drähte ausgezogen werden; (unechtes Lyoner Tressengold). — Analyse des Messings (siehe am Ende der Kupferlegirungen).

349. Mit Zinn. Von nicht minderer Wichtigkeit, als die erwähnte, ist die Legirung aus Kupfer und Zinn, im Allgemeinen mit dem Namen Bronce benannt. Die Farbe derselben ist röthlichgelb, wird aber weiß, wenn das Zinn mehr als den dritten Theil der Legirung beträgt. Diese Legirungen sind leicht schmelzbar, haben auch nicht den Fehler der Porosität, wie das Kupfer für sich allein (nach Daniell fällt der Schmelzpunkt bei 25 Proc. Zinn auf 629°, bei 12¼ Proc. auf 668°, bei 5.66 Proc. auf 764°). Durch das Zinn gewinnt das Kupfer an Härte, dabei aber auch an Sprödigkeit, was mit der Menge des Zinnes im Allgemeinen zunimmt.

Eine besondere Eigenthümlichkeit dieser Metallmischung ist, durch schnelles Abkühlen, indem sie glühend in kaltes Wasser getaucht wird, weicher und zäher zu werden (im Gegensatze mit dem Verhalten des Stahles, Adouciren der Bronce), so daß sie sich durch Hämmern ausstrecken läßt und Stöße verträgt, welches sie ohne diese Behandlung nicht aushalten würde. Auf diese Art kann man den Rand broncener Mörser

anlassen, um ihn von dem Ausspringen, dem dieser dünne Theil ausgesetzt ist, zu bewahren. Darauf beruht auch die Darstellung der chinesischen Tamtam (Gonggong).

Man unterscheidet Bronce (im engeren Sinne), Glockenmetall und Kanonengut.

Die Bronce der Alten bestand nur aus Kupfer und Zinn in sehr verschiedenen Verhältnissen (3 bis 15 Proc. Zinn). Man verfertigte daraus Schneidewerkzeuge, Waffen, und viele andere Gegenstände, wozu jetzt Eisen und Stahl viel zweckmäßiger verwendet werden. Die neuere Bronce zu Statuen und überhaupt metallenen Denkmälern ist eine Legirung von Kupfer, Zinn und Zink, auch wohl mit einem Zusatze von Blei in wechselndem Verhältnisse, z. B. 32 Kupfer, 4 Zinn, 8 Zink und 1 Messing, welch letzterer Zusatz offenbar auf Gewohnheit beruht und kaum einen bestimmten Nutzen sehen läßt, oder 91.4 Kupfer, 17 Zinn, 3.53 Zink und 1.37 Blei (Statuen zu Versailles); auch 10 Kupfer mit 3 Zinn gibt eine brauchbare Legirung. — Glockengut, Glockenspeise, Bronce zu Glocken. Hiezu nimmt man so viel Zinn, daß die Sprödigkeit nicht bis zum Zerspringen der Glocken beim Läuten steige (im Durchschnitte 22 Proc.). Diese Legirung ist von grauweißer Farbe, hart und spröde, dicht und klingend, dabei sehr dünn- und leichtflüssig. — Eine ähnliche Legirung von Kupfer mit 20 Proc. Zinn verwendet man ihrer Härte wegen in manchen Artillerien zu Radbüchsen für eiserne Achsen; auch benützt man zu diesem Zwecke eine dreifache Legirung von Kupfer, Zinn und Zink, indem altes unbrauchbares Messing, z. B. Garnituren von Gewehren u. dgl. hiezu eingeschmolzen wird. Eine noch zinnreichere Legirung ist das Spiegelmetall, aus 2 Kupfer und 1 Zinn, genauer 215 Kupfer und 100 Zinn, was mit 4 At. Kupfer und 1 At. Zinn übereinstimmt, die härteste und sprödeste der Zinnkupferlegirungen; sie ist einer besonderen Politur fähig, daher die durch den Namen angezeigte Verwendung derselben.

350. Kanonenmetall, Kanonengut (auch bloß Metall in dem gewöhnlichen Artilleriesprachgebrauche, indem man metallene Kanonen den eisernen gegenüber stellt). — Von dem Geschützmetalle fordert man im Allgemeinen Cohäsion und Härte, verbunden mit einem gewissen Grade von Elasticität. Die Cohäsion gibt dem Geschützmetalle die Widerstandsfähigkeit gegen die zerreißende, zersprengende Kraft des Pulvers, welche, wenn sie auch nur auf 2000 Atmosphären geschätzt wird, für jeden Quadratzoll 27000 Pf. beträgt. Hiezu gehört aber auch, um die nothwendige Dauerhaftigkeit eines Geschützrohres zu erreichen, eine solche Härte, daß die beim Schießen

im Innern der Bohrung anschlagenden Kugeln nicht leicht Kugellager und Kugelanschläge bilden, und daß überhaupt keine Erweiterung der Bohrung durch die sich daran reibenden Kugeln herbeigeführt werde. Hiezu wäre nothwendig, daß das Metall der Geschütze eigentlich härter wäre, als das der Kugeln, was aber nicht einmal bei dem Gußeisen, wie es für Kanonenröhre genommen wird, der Fall ist, da die Kugeln, ohne nicht die Gießerei zu erschweren und die Kosten zu erhöhen, aus härterem Eisen als die Kanonen bestehen, welche Härte, wenn auch nicht immer aus der Natur des gewählten Eisens selbst folgend, doch durch die rasche Abkühlung, wie es der Munitionsguß fordert, herbeigeführt wird; Bronce hingegen und Schmiedeeisen stehen jedoch in dieser Beziehung weit zurück. Man muß sich daher begnügen, die Härte wenigstens in dem Grade zu erhalten, daß die allmäliche Erweiterung der Bohrung so spät als möglich bis zur gänzlichen Unbrauchbarkeit gesteigert werde. — Von den genannten Eigenschaften soll das Geschützmetall, selbst wenn es sehr heiß wird, wie es bei anhaltendem Schießen der Fall ist, nicht zu viel verlieren.

Das Geschützmetall darf aber ferner mit der erwähnten Härte nicht eine zu große Sprödigkeit verbinden, sondern muß einen hinlänglichen Grad von Elasticität haben, um durch die Erschütterungen, denen es durch das mehr stoßweise Wirken des entwickelten Pulvergases so wiederholt ausgesetzt ist, nicht zerstört zu werden. Denn wenn eine solche Erschütterung auch nur im geringsten Maße die Elasticitätsgrenze des Metalles überschreitet, wodurch die kleinsten Theile nicht mehr ganz in die ursprüngliche Lage zurückzukehren im Stande sind, so wird die Wirksamkeit der folgenden, wenn auch ganz gleichen Erschütterungen, der Elasticität, da dieselbe nun einmal geschwächt ist, auch um so mehr Abbruch thun, je weiter jene Grenze bereits überschritten worden ist. Die Folge davon ist, daß das Metall, wenn es nicht einen überwiegenden Grad von Cohäsion hat, endlich nicht mehr Widerstand leisten kann, und daß daher ein Geschützrohr durch eine Ladung zersprengt wird, welche es unter übrigens gleichscheinenden Umständen schon oft wiederholt ausgehalten hat, welcher Fall gegenwärtig zwar nie mehr beim broncenen, aber doch beim eisernen Geschütze zuweilen eintritt.

In demjenigen Maße, wie es nach dem Vorhergehenden zu wünschen wäre, findet man jedoch die angeführten Eigenschaften, verbunden mit der, einem Gußmateriale nothwendigen Eigenschaft, schmelzbar zu sein und die Form ohne Blasen und Höhlungen auszufüllen, weder in einem der verschiedenen Metalle, noch in ihren Legirungen. Den Forderungen noch am meisten entsprechend, erscheint das Gußeisen (wovon dort) und die

Legirung aus Kupfer und Zinn. — Das Kupfer, obwohl sehr cohärent und elastisch, ist jedoch für sich allein zu weich und genügt daher nicht den Anforderungen in Bezug der Härte. Um diese zu vermehren, setzt man demselben Zinn zu; da jedoch mit diesem Zusatze nicht nur größere Härte erfolgt, sondern auch Sprödigkeit eintritt, da ferner diese beiden Eigenschaften mit der Größe dieses Zusatzes wachsen, so darf man auch mit demselben nur so lange steigen, bis zwischen den zwei einander gegenüber stehenden Nachtheilen, zu geringe Härte oder zu große Sprödigkeit, der günstigste Erfolg für den eigentlich beabsichtigten Zweck, Dauerhaftigkeit der Geschützröhre, resultirt. Zu viel des Zinnes würde nämlich in Bezug der unverändert bleibenden oder doch nur schwer abzunützenden Bohrung eine längere Ausdauer versprechen, aber mehr oder minder schon frühzeitig die Besorgniß des Zerspringens, in Folge des oben Angeführten, erregen; während bei zu wenig Zinn zwar nicht dieser Nachtheil wegen mangelnder Elasticität zu besorgen wäre, wohl aber das Geschützrohr durch Bohrungserweiterung bald herabgewürdiget und frühzeitig für den richtigen Schuß unbrauchbar werden würde. Zusätze eines andern Metalles, wie Zink und selbst Eisen, die man in manchen Ländern zur Verbesserung des Geschützmetalles versuchte, haben nicht den Vortheil, den man zu erreichen beabsichtigte, gewährt, daher man auch bald wieder davon abgegangen ist. — In Bezug der genannten Metalle hat sich die Erfahrung für 10 Zinn auf 100 Kupfer ausgesprochen, welches Verhältniß in Oesterreich genau, in andern Ländern wenigstens mit geringer Abweichung befolgt wird.

Nebst den, die Dauerhaftigkeit eines Geschützrohres gegen mechanische Einwirkung bedingenden Eigenschaften, fordert man auch Unangreifbarkeit durch chemische Agentien, denen es ausgesetzt ist, nämlich durch feuchte Luft und durch die Producte der Verbrennung des Pulvers. In ersterer Beziehung genügt die gewählte Legirung, wie aus der Eigenschaft der Zinnkupferlegirung genügend hervorgeht, in letzterer jedoch nicht so vollkommen, da sie in einigem Grade von dem Schwefelkalium des Pulverrückstandes angegriffen wird, wie es der, aus den Geschützen ausgewaschene Rückstand beweist, indem er, wie die Untersuchung zeigt, Schwefelkupfer enthält.

In neuerer Zeit angestellte Versuche haben das bereits seit langer Zeit eingeführte Verhältniß von 100 Kupfer zu 10 Zinn, als den Anforderungen am besten entsprechend, wenigstens für Geschütze kleinerer Caliber bestätiget. Ein 6pfündiges Kanonenrohr, nach diesem Verhältnisse aus neuem Metalle gegossen, zeigte erst nach 5168 Schüssen, welche während der gewöhnlichen Schießübungen in Wien gemacht wurden, um es nicht durch anhaltendes

Feuern Umständen auszusetzen, welche dem Ernstgebrauche nicht entsprechend sind, eine mittlere Bohrungserweiterung von 1''' 4''''; erst nach 5404 daraus gemachten Schüssen hatte die Wahrscheinlichkeit des Treffens mit Kugeln so abgenommen, daß eine ausgiebige Wirkung aus demselben nicht mehr zu erwarten war; nach 5612 Schüssen war die Erweiterung bis auf 1''' 8'''' gestiegen. — Für die Kanonenröhre größeren Calibers ist das ausgesprochene Verhältniß ebenfalls beibehalten worden, da auch in Beziehung deren aus Versuchen, welche mit dem größten gebräuchlichen Caliber, mit einem 24pfündigen Kanonenrohre, stets unter Anwendung der vollen Ladung, und meistens unter dem Umstande einer großen Erhitzung des Metalles gemacht wurden, genügend hervorging, daß die Dauer der Batteriekanonenröhre in den meisten Fällen das Maß von 2000 Schüssen übersteige. — Bei dieser Gelegenheit versuchte man auch bei einem 6pfündigen Feldkanonenrohre den schon vorher besprochenen Zusatz von Zink, in in der Form als Messing (auf 100 Kupfer, 11 Zinn, 6 Messing), aber dem früher Gesagten entsprechend, hat sich ein bei weitem minder günstiges Resultat für die Ausdauer gezeigt.

Uebrigens ist es gewiß, daß nicht das oben ausgesprochene Legirungsverhältniß von Kupfer und Zinn allein schon ein taugliches Geschützmetall liefere, sondern, daß eine als richtig anerkannte Procedur im Gießen sorgfältigst beobachtet werden müsse, um diesen Zweck zu erreichen. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, daß der Hitzegrad des Metalles, unter dem es gegossen wird (wozu man aber leider nicht praktisch anwendbare Pyrometer hat), ferner die Art der Abkühlung des in die Formen gegossenen Metalles, ein sorgfältiges Umrühren der Metallmasse gerade vor dem Gusse, vielleicht auch der Umstand, ob eine Geschützform, die erste oder letzte, vollgegossen wird u. s. w., von eben so großem Einflusse sei, wie aus dem Folgenden ersichtlich werden wird, als die Größe des Abbrandes während des Schmelzens, der bei jedem der einzelnen Metalle verschieden ist, und wodurch daher das gewählte Verhältniß der Legirung geändert wird, und welcher durch den Gang des Ofens, dessen Construction u. s. w., so wie durch den Umstand bestimmt wird, ob bloß neue Metalle oder viel Bohrspäne zum Gießen genommen werden, ferner in welchem Zeitpunkte die letzteren oder das nothwendige Zinn in den Ofen eingesetzt wird, oder ob Bruchmetall (unbrauchbare oder eroberte Kanonenröhre) u. s. w., die immer einigen Zusatz von fremden Metallen haben, verwendet werden.

351. Das, was in der Einleitung zu den Metallen über Legirungen im Allgemeinen gesagt wurde, gilt auch insbesondere für die aus Kupfer

und Zinn, denn die bloße Betrachtung des Geschützmetalles zeigt deutlich, daß dasselbe entweder als ein Gemenge einer Zinnkupferlegirung mit Kupfer anzusehen oder aus verschiedenen Zinnkupferlegirungen (einer zinnärmeren und einer zinnreicheren, vielleicht auch aus mehr als zweien) zusammengesetzt sei. Es ist wenigstens erwiesen, daß eine weiße zinnreichere, leicht schmelzbare, harte Legirung von Kupfer und 21, nach andern 23 Proc. Zinn, zwischen dem Kupfer oder der andern zinnärmeren, also schwer flüssigeren und festern Legirung nesterartig, auch aderförmig vertheilt sei; diese erstere, bestimmte Legirung ist diejenige, welche sich besonders an den Stellen zeigt, wo das Erkalten langsam erfolgt, welche ferner das sogenannte Ausbrennen des Zündloches veranlaßt, wozu jedoch auch die Verwandtschaft des Schwefels zum Kupfer in der hohen Temperatur des verbrennenden Pulvers und der mechanische Stoß des Zündlochstrahles beitragen mag, und welche bei vorsichtigem Erhitzen des Geschützmetalles ausgeseigert werden kann. — Es kann zwar durch Umrühren der Masse vor dem wirklichen Ausgießen, wenn die gehörige Dünnflüssigkeit eingetreten ist, die erforderliche Gleichmäßigkeit bewirkt werden, sie geht aber in Folge der Verwandtschaft beider Metalle, nach bestimmten Proportionen sich zu verbinden, wieder verloren, und dieses während des Sinkens der Temperatur der ausgegossenen Metallmasse im Augenblicke des Erstarrens.

So wie nämlich eine Flüssigkeit unter ihren Erstarrungspunkt, oder ein Gemenge aus zwei Flüssigkeiten, welche verschiedene Erstarrungspunkte haben, unter den der schwerer schmelzbaren abgekühlt werden kann, sodann aber durch eine Erschütterung und andere dergleichen Umstände das Erstarren derselben schnell bewirkt wird, so mag auch hier das Kupfer oder die schwerer schmelzbare Legirung, wenn einmal die Temperatur tief genug gesunken ist, durch eine geringfügige Ursache schnell und auf einmal in so großer Menge erstarren, daß die leichtflüssigere, zinnreichere Legirung nesterartig, aber gleichförmig durch die ganze Masse vertheilt bleibt, indem sie, allenthalben von der erstarrten umgeben, nicht mehr ausgepreßt und nicht mehr an einzelnen Stellen sich ansammeln kann; oder es drängt die allmälich von außen nach innen erkaltende und erstarrende, schwerflüssige Masse, indem die Theile einander näher treten, jene leichtflüssige, und presset sie gegen die Mitte, als den zuletzt erstarrenden Theil, oder, wenn es möglich ist, nach oben hinaus. Den Beweis für das Gesagte liefert selbst im Kleinen eine in einem Tiegel geschmolzene und erkaltete Broncemasse; es zeigt sich nämlich nach einer gewissen Zeit beim Umrühren jene mörtelartige Consistenz in Folge der zuerst erstarrenden Legirung, wie es oben (163. b.)

bemerkt wurde; nach dem wirklichen Erstarren aber erscheint eine weiße harte Legirung, die später starr gewordene, in tropfenartiger, kugelförmiger Form oben hinausgedrängt.

Die Bohrungsfläche des Geschützes, Bohrungswand, gleicht hiedurch der Fläche einer Schleifscheibe, wo Diamantsplitter in Kupfer eingesetzt sind; so wie diese hiedurch dem harten Edelsteine widerstehet, so widerstehet auch die Wand der Bohrung der harten, daran reibenden Kugel durch die eingemengte harte Legirung, während das Kupfer, oder die zinnärmere, aber festere Legirung durch seine Zähigkeit dem plötzlichen Stoße der Pulverkraft Widerstand leistet. Je gleichförmiger und feiner diese Vertheilung der harten weißen Masse in dem Kupfer oder in der zinnärmeren Legirung ist, desto weniger ist auch eine Verschiedenheit der Farbe zu bemerken, die sich als eine röthlichweiße im Bruche zeigt, hingegen je gröber diese Mengung ist, desto größere Zinnflecken und Adern werden sichtbar; diese Ausseigerung der leichtflüssigern Legirung findet vorzüglich in der Gegend des Zapfenstückes, und zwar aus den früher erstarrten, schwächeren Vorsprüngen des Rohres (Delphinen, Schildzapfen) statt. Während daher die, nach obigem Legirungsverhältnisse mit den gehörigen Vorsichtsmaßregeln gegossenen Geschützröhre eine hinlängliche Cohäsion für die im Gebrauche stehenden Ladungen zeigen, welche zum Probiren derselben bei den ersten Schüssen stärker, als bei dem folgenden Gebrauche genommen werden, so erscheinet doch die Gegend des Zapfenstückes aus obiger Ursache als die schwächste, indem, obwohl höchst selten, nach den gemachten Probeschüssen feine Risse und Sprünge, oft wohl nur mit bewaffnetem Auge zu entdecken sind, was vorzüglich wegen ungleichartiger Beschaffenheit an der Begrenzung der obengenannten Vorsprünge der Fall ist. Eine allmäliche Herabwürdigung der Cohäsion durch die wiederholten Erschütterungen und daher ein wirkliches Zerspringen der Geschützröhre in einzelne Stücke, wie es bei den eisernen Geschützen zuweilen der Fall ist und bei broncenen früher auch vorgekommen sein soll, wird wenigstens in der österreichischen Artillerie gegenwärtig niemals beobachtet. Wird durch außerordentliche Mittel die gewaltsame Zersprengung derselben bewirkt, so zeigt sich unter bedeutender Auftreibung, Ausbauchung, die Trennung des Metalles als ein Längenriß, und man findet, daß die Bruchlinien mit jenen ersten feinen Rissen zusammentreffen. Entgegengesetzt hievon zeigt sich das Verhalten eiserner Geschützröhre, welche wirklich in einzelne Stücke zerrissen wurden, ohne frühere Risse bekommen zu haben.

352. Je länger das in die Form gegossene Metall bis zum gänzlichen Erstarren Zeit hat und je vollkommener und gleichförmiger sich die Kry-

stallisation hiedurch auszubilden im Stande war, desto mehr gewinnt dasselbe an Dichte; wenigstens stimmen hiemit die vom Hr. Prof. Matzka gemachten Angaben überein, nach welchem die Bronce von Geschützen verschiedenen Calibers desto mehr an Dichte zeigt, je größer der Durchmesser der abkühlenden Metallmasse wird, als von der

1pfdge.	Tschaikenkanone	8.414.	18pfdg.	Batteriekanone	8.798.
6 »	Feld »	8.711.	30 »	Mörser	8.937.
7 »	Haubitze	8.799.	60 »	»	8.974.

Man war früher der Meinung, daß der cilindrische Anguß, der sogenannte verlorne Kopf, welchen das mit dem Kopfe nach aufwärts vertical gegossene Geschützrohr aufgesetzt erhält, die Dichte des Metalles in den untern Schichten zu steigern vermöge, wodurch dieselbe in einer Reihe von unten nach oben abnehme; allein nicht nur, daß dieses den hier gemachten Angaben widerspricht, indem die Dichte des Bombenmörsers die der 18pfdgn. Batteriekanone, trotz deren längeren verlornen Kopfes übertrifft, so erkläret auch die chemische Analyse die in den verschiedenen Theilen vorfindige Verschiedenheit der Dichte der Legirung für eine Folge des ungleichen Gehaltes derselben. Außer dem Umstande, das Erstarren der obern Metallmasse zu verzögern und so dem Metalle Zeit zu geben, die Formen recht vollkommen auszufüllen, liefert der verlorne Kopf das zur Ausfüllung der Form nothwendige Metall, wenn sich das darin befindliche beim Erstarren zusammenziehet, wodurch die Entstehung von Blasen und Höhlungen vermieden wird; auch das in Folge des bedeutenden Druckes in die Formmasse eindringende Metall, so wie das wegen etwaigen Weiterwerdens der Form nothwendig werdende Metall wird von dem des verlornen Kopfes ersetzt.

353. Zum Schmelzen des Kanonenmetalles bedient man sich gegenwärtig der Flammenöfen, gewöhnlich von einer ganz gleichen Einrichtung, wie sie zum Umschmelzen des Gußeisens im Gebrauche stehen (Näheres über dieselben siehe dort). Nur das Gießen kleinerer Gegenstände, als Kessel, Schildpfannen für Mörser, auch Maschinentheile, Räder u. dgl., die man gegenwärtig aus dieser Legirung erzeugt, geschieht aus Tiegeln, welche in einem gut ziehenden Windofen eingesetzt sind. — Bei der Benützung der Flammenöfen werden immer mehre Kanonen zugleich gegossen, indem in den Ofen niemals bedeutend weniger an Metallmasse zum Schmelzen eingesetzt wird, als der Ofen zu fassen im Stande ist, was bei der hiesigen Geschützgießerei 125 bis 130 Ct. Metall beträgt. Die nach dem Kubikinhalte der Formen der zu gießenden Geschützröhre berechnete Metallmasse muß aber um 2 bis 4 Proc. für das, was aus dem Ofen und dem Gerinne nicht mehr

abfließt, vermehrt werden. — Da selten neues Zinn und Kupfer zum Gusse verwendet wird, sondern gewöhnlich Bruchmetall, Bohrspäne u. s. w., so wird vorläufig eine kleine Probe von 5 bis 6 Pfund aus denselben Metallgattungen, wie man sie zum Hauptgusse verwenden will, in angemessenem Verhältnisse zusammengemischt und in einem Tiegel eingeschmolzen, eine 10″ lange, 2″ breite und ¼″ dicke Probeschiene in eine Lehmform gegossen und diese über einem Amboſſe mit dem Hammer gebogen und abgebrochen. Der Bruch derselben wird mit dem einer Normalprobeschiene aus 100 Kupfer und 10 Zinn verglichen, daraus ein Schluß auf das Verhältniß von Kupfer und Zinn in der einzuschmelzenden Masse gemacht und der allenfalls nothwendige Zusatz an mangelndem Zinne mit Berücksichtigung des zu erwartenden Abbrandes bestimmt. Nebstdem wird die gegossene Probeschiene einer chemischen Analyse unterworfen.

Es ist klar, daß bei so verschiedenen Mischungsverhältnissen, wie sie an einem und demselben Rohre vorkommen, die einzelne Analyse nicht einmal für denjenigen Theil, dem sie entnommen wurde, viel weniger für das Ganze ein allgemeines, sicheres Resultat bringen könne. Man wird nämlich aus einem an Zinnflecken reichen Stücke sehr leicht Proben herausnehmen können, die nur 4 Proc. Zinn, aber umgekehrt auch solche, die 12 bis 15 und mehr Proc. zeigen werden, wenn auch das oben festgesetzte Verhältniß für die Legirung im Ganzen vorhanden sein sollte; auch selbst dann, wenn man eine Probe herausnehmen wollte, welche dem Aussehen nach eine mittlere Zusammensetzung zeigt, so würde das Verfahren noch immer nur unvollkommen genannt werden müssen. Dessen ungeachtet bleibt die chemische Analyse nothwendig, um über die Beimischung eines fremden Metalles in die Kenntniß gesetzt zu werden.

Nur neues Kupfer, so wie auch Bruchmetall, wird noch vor dem Anheizen in den Ofen eingetragen mit dem Bemerken, daß das Durchziehen der Flamme nicht gehindert, und sowohl das eingesetzte Metall, als auch die Herdsohle und das Gewölbe des Ofens mit der Flamme so viel möglich in Berührung kommen. Man legt daher die als Bruchmetall eingesetzten Kanonen und Angüsse auf Porzellanziegel 4 bis 5″ neben einander, mit der Bemerkung, daß die größten Stücke zunächst der Brücke des Ofens (Schwallmauer) gebracht werden. Bohrspäne, vollkommen frei von Feuchtigkeit, und Zinn, wenn es zugesetzt wird, werden erst, wenn das übrige Metall bereits flüssig ist, eingetragen.

354. Durch das Schürloch wird sodann zuerst so viel Holz auf den Rost geworfen, daß derselbe ungefähr 1′ hoch bedeckt ist, dieses hierauf angezündet und das Schürloch mit dem vorhandenen Schuber verschlossen. Die Thüre des unter den Rost führenden (in der hiesigen Geschützgießerei

unterirdischen) Luftzugkanales und die Fuchsöffnung werden Anfangs willkührlich geöffnet; im weiteren Verlaufe aber müssen dieselben sorgfältig regulirt werden. Es lassen sich hierüber keine bestimmten Regeln angeben, da der mehr trockene oder feuchte Zustand der Luft, die herrschende Temperatur und Luftströmungen einen wesentlichen Einfluß auf das Schmelzen ausüben. Die Zeit, in welcher die, immer in gleicher Größe aufgegebenen Portionen Holz verbrennen, die Länge und Intensität der Flamme, die durch das Spähloch fortwährend beobachtet wird, sind die Anhaltspunkte, nach welchen die Regulirung des Luftzuges vorgenommen wird. Sobald die Flamme so weit abnimmt, daß sie nicht mehr über die, oberhalb des Schubers beginnende Fuchsöffnung hinaufreicht, wird ein Zeichen zum Nachschüren gegeben, worauf der eigens hiezu angestellte Mann auf dem Ofen den Schuber hinwegzieht, und die schon vorher darauf vorgerichteten 6 bis 8 Stücke klein gehackten und getrockneten Holzes auf den Rost hinabfallen läßt. Wird die Flamme nach dem Schüren schnell bis in den Fuchs hinaufgerissen und führet sie viel kleine Kohlenstücke mit sich, so ist der Luftzug zu stark, und die Oeffnung zum Luftzugkanale muß verkleinert werden; wird hingegen die Flamme nach dem Schüren dunkel, entbindet sie zu viel Rauch, so ist der Luftzug zu schwach und es ist auf entgegengesetzte Art abzuhelfen. Die richtige Regulirung des Luftzuges gibt sich dadurch zu erkennen, daß das Verbrennen des Holzes zwar energisch, aber ruhig und gleichförmig geschieht; die Flamme wird bald intensiv weiß und das Rauchen aus der Esse hört auf. Während der ganzen Dauer des Schmelzens ist sorgfältig zu sehen, daß dieses Schüren weder zu früh, noch zu spät, sondern gleichförmig erfolge, und nicht zu viel, noch zu wenig Holz auf einmal genommen werde. Zu schnelles Schüren oder zu viel Holz unterbricht den Proceß, oder kühlt ab, zu langsames hingegen läßt zu viel unverbrauchtes Sauerstoffgas in den Schmelzraum eintreten, wodurch zu viel Abbrand entstehen würde. Sobald man bemerkt, daß das Metall flüssig geworden ist, was durch das Spähloch am vorderen Ofenfenster entdeckt werden kann, so wird es mit einer langen, hölzernen Rührstange nach der Länge und Breite gerührt, wobei die aus dem verkohlenden Holze sich entwickelnden Gase durch die Bewegung, welche sie im Innern der Masse bewirken, für die innige Mischung noch befördernd wirken. Bleibt hiebei an der herausgezogenen Rührstange viel Metall hangen, so ist dieses ein Zeichen, daß das Metall noch nicht heiß genug ist, und es muß noch länger erhitzt werden. Sind Bohrspäne oder Zinn zuzusetzen, so werden diese jetzt durch ein Fenster des Ofens in das flüssige Metall hineingeworfen, wobei in Bezug der Späne zu beachten

ist, daß nicht zu viel von denselben auf einmal eingetragen werde (höchstens 10 Cntr.), um nicht ein Erstarren des schon flüssig gewordenen Metalles zu verursachen. Nach jedem Eintragen der Späne wird gerührt, theils wegen der gleichförmigen Mischung, theils auch, um dieselben in mehrfältige Berührung mit dem flüssigen Metalle zu bringen und so schneller einzuschmelzen, weil sich bei zu langer Berührung mit der Luft zu viel Oxyd bilden würde. Nachdem die letzte Portion Späne eingetragen ist, wird noch $1/2$ Stunde fortgeschürt und das Metall während dieser Zeit 2 bis 3mal gerührt. Bleibt nichts mehr an der Stange hangen und zeigt die Oberfläche des geschmolzenen Metalles einen reinen Metallblick, so ist es Zeit, eine Probe zu nehmen. Der Bruch und die Zähigkeit der Probeschiene, welche auf eben dieselbe Art, wie früher bei der Probe über die Zusammensetzung der Gußmasse gesagt wurde, erzeugt und mit der 10 Proc. Zinn enthaltenden Normalprobe verglichen wird, bestimmen, ob es Zeit zum Gießen sei, oder ob, wenn die gehörige Temperatur und innige Mischung nicht erreicht ist, noch fortgeschürt werden soll, wo dann nach einiger Zeit neuerdings eine Probe genommen wird. Ist aus derselben zu erkennen, daß das Metall zum Gießen geeignet ist, so wird eine bestimmte Quantität schwarzen Flusses, in einem Leinwandsacke enthalten, in den Ofen geworfen und das Metall noch einmal gerührt. — Das Schmelzen des Kanonenmetalles dauert in den gegenwärtig gebrauchten Oefen vier Stunden.

Die Anfertigung der nothwendigen Formen, so wie der Vorgang beim Gießen selbst, siehe beim Eisen. (Umschmelzen des Eisens in Flammenöfen.)

355. Analyse einer Legirung, in welcher Kupfer und Zink, nebstbei auch Blei und Eisen enthalten sind; Messing, Bronce, Geschützmetall. Man löset eine gewogene Menge der Legirung (100 bis 200 Gran) in feinen Dreh- oder Feilspänen in einer mäßig concentrirten Salpetersäure mit Hilfe von gelinder Wärme auf; das ungelöst gebliebene Zinnoxyd wird auf einem gewogenen oder tarirten Filtrum gesammelt, gut ausgesüßt, im Wasserbade getrocknet und gewogen. Zur gänzlichen Austreibung des zurückgehaltenen Wassers wird ein Theil desselben (da nicht alles vom Filtrum hinweggenommen werden kann) in einem tarirten Porzellan- oder Platintiegel abgewogen, geglühet und aus dem Gewichtsverluste der Wassergehalt für die ganze Menge des Zinnoxydes bestimmt. 100 Thle. Zinnoxyd entsprechen sodann 78.6 Thln. Zinn.

Die abfiltrirte Flüssigkeit sammt dem Aussüßwasser wird mit Schwefelsäure versetzt, so lange ein Niederschlag erfolgt, welcher schwefelsaures Bleioxyd ist und auf gleiche Weise behandelt wird; auf 100 Thle. schwefel-

saures Bleioxyd kommen 68 Thle. Blei in Rechnung. In die erhaltene Flüssigkeit wird sodann ein Strom Schwefelwasserstoffgas geleitet, bis dieselbe stark danach riecht; hiedurch wird das Kupfer als Schwefelkupfer gefällt, enthaltenes Eisen- und Zinkoxyd aber bleiben aufgelöst, wenn freie Säure vorherrschend ist. Das gesammelte Schwefelkupfer muß schnell filtrirt und am besten mit etwas schwefelwasserstoffhaltigem Wasser ausgewaschen werden, um zu verhindern, daß sich nicht sogleich wieder ein Theil desselben oxydire und in der Flüssigkeit löse; wegen dieser leichten Oxydirbarkeit des Schwefelkupfers kann auch die Menge des Kupfers aus demselben nicht richtig bestimmt werden. Man behandelt daher das noch feuchte Schwefelkupfer mit Salpetersäure, besser mit Königswasser, wozu man es sammt dem Filtrum in ein Becherglas legt, und digerirt es so lange bei gelinder Hitze, bis alles Kupfer oxydirt ist und der ausgeschiedene Schwefel gelb wird. — Die Auflösung filtrirt man vom ausgeschiedenen Schwefel, süßt diesen aus und fällt aus der heißen Flüssigkeit durch Kalilösung das Kupferoxyd. Nach dem Auswaschen und Trocknen wird das Kupferoxyd geglüht, was mit der oben angegebenen Vorsicht, oder auch, wenn das Filtrum klein ist, sammt demselben in einem Platintiegel geschehen kann, indem hiebei das Filtrum verbrennt, und die dabei hervorgehende Menge von Asche entweder vernachlässiget oder nach vorläufig durch Verbrennen eines gleich großen Filtrums gemachter Bestimmung berichtiget werden kann; auf 100 Thle. Kupferoxyd werden sodann 79.8 Thle. metallisches Kupfer in Rechnung gebracht. — Die vom Schwefelkupfer getrennte Flüssigkeit, in welcher noch Eisen- und Zinkoxyd enthalten ist, wird mit Ammoniak versetzt, wodurch Eisenoxyd gefällt, Zinkoxyd aber aufgelöst gehalten wird; letzteres wird sodann aus der vom Eisenoxyde abfiltrirten Flüssigkeit durch kohlensaures Kali gefällt; hiebei ist die Vorsicht nothwendig, das Fällungsmittel im Ueberflusse anzuwenden, das Ganze zu kochen, bei starker Hitze abzudampfen, dann neuerdings mit kochendem Wasser zu übergießen, wonach das unlösliche kohlensaure Zinkoxyd auf ein Filtrum gesammelt und auf gleiche Weise, wie die vorigen Niederschläge, behandelt wird. Der gelöste Niederschlag wird nur als Zinkoxyd betrachtet und in Rechnung gebracht, da die Kohlensäure dabei ausgetrieben wird. Wird das Kochen der Flüssigkeit, nachdem sie mit kohlensaurem Kalke versetzt ist, unterlassen, oder das Abdampfen nur bei sehr gelinder Hitze vorgenommen und die trockene Masse mit kaltem Wasser behandelt, so behält die Flüssigkeit noch viel Zinkoxyd aufgelöst, was durch Betrachtung der angegebenen Vorsichtsmaßregeln vermieden wird; auf 100 Eisenoxyd wird 69 Eisen und auf 100 Zinkoxyd 80 Zink in Rechnung gebracht.

Bevor jedoch eine solche quantitative Analyse vorgenommen wird, muß man sich überzeugen, welche von den genannten Metallen in der Legirung vorhanden sind (qualitative Analyse), um die allenfalls entbehrlichen Operationen in der darauf folgenden quantitativen Untersuchung auslassen zu können. Der Vorgang ist hiebei ein ähnlicher, wie der beschriebene, nur ist hiebei das Auswaschen, Trocknen u. s. w. der Niederschläge nicht nothwendig.

Man löset nämlich eine kleine, ungewogene Menge der Legirung in reiner Salpetersäure auf; hiebei zeigt sich die Anwesenheit des Zinnes durch das gebildete unlösliche Zinnoxyd; einen Theil der abfiltrirten Flüssigkeit untersuche man auf Bleioxyd, indem man mit Schwefelsäure reagirt; in einem andern Theile fälle man alles Kupfer und Blei durch Schwefelwasserstoffgas, um die abfiltrirte Flüssigkeit auf Eisen mittelst Ammoniak untersuchen zu können, nach dessen vollständiger Fällung auch das Zink, wenn es vorhanden ist, durch das kohlensaure Kali entdeckt wird. Das Zugießen von Schwefelsäure geschieht nur, um zu sehen, ob eine Reaction vorhanden ist, oder nicht, keineswegs aber so lange, bis Alles gefällt ist; dasselbe gilt auch von dem Zugießen des kohlensauren Kali. Schwefelwasserstoffgas aber muß so lange zugeleitet werden, bis die Metalle, für deren Niederschlagung es dienet, gefällt sind, damit das Erkennen von den folgenden Metallen durch die vorhergehenden nicht beirret werde; eben so muß das Eisen durch Ammoniak ganz entfernt werden, ehe man auf Zink reagirt. — Sollte in irgend einer Legirung so wenig Kupfer vorhanden sein, daß es nicht an deren Aeußerem erkennbar wäre, so würde man nach bewirkter Fällung des Bleies mit Ammoniak reagiren und an der blauen Färbung der Flüssigkeit das Kupfer entdecken, während das Eisenoxyd in rothbraunen Flocken niederfällt, oder man könnte es auch an der Ueberkupferung eines eingetauchten Eisenstäbchens erkennen. — Aus dem Gesagten wird sich nun auch ergeben, wie der Vorgang bei der qualitativen Analyse einzurichten sei, wenn ein oder das andere der angeführten Metalle in der Legirung fehlt.

12. Quecksilber.

356. Das **Quecksilber**, Hydrargyrum, Hg, ist ein fast silberweißes Metall von ausgezeichnetem Glanze. Die Dichte desselben beträgt 13.5886 bei 3.3°, 13.5569 bei 13.6° und 13.535 bei 20.8°. Es ist das einzige unter den Metallen, welches bei gewöhnlicher Temperatur im tropfbar flüssigen Zustande vorkommt; es erstarret bei — 32° zu einer weichen, mit dem Messer zu schneidenden, geschmeidigen, dumpfklingenden Masse,

deren Dichte 14.391 durch Rechnung gefunden ist. Von hier aus bis zum Siedpunkte des Wassers dehnt es sich mit der zunehmenden Wärme ganz gleichförmig aus und zwar für jeden Grad R. um $\frac{1}{4400}$ seines bei 0° gehabten Volums. Bei 288° kommt das Quecksilber ins Sieden, und verflüchtigt sich in farblosen Dämpfen, die fast 7mal schwerer sind, als die atmosphärische Luft; es ist daher destillirbar. Ungeachtet seines hohen Siedpunktes verdünstet es jedoch in geruchlosen Dämpfen schon bei den gewöhnlichen Temperaturen über 0°, was am Weißwerden eines Goldblättchens bemerkt werden kann, welches über Quecksilber in einer Flasche aufgehangen ist oder an den Quecksilberkügelchen, die sich in dem leeren Raume eines Barometers zeigen, welcher aus der Sommertemperatur an einen kühlen Ort gebracht wird. Auch Wasser mit Quecksilber gekocht, reißt Dämpfe desselben in nicht unbeträchtlicher Menge mit fort. Quecksilberdämpfe sind, auch nur in geringem Maße eingeathmet, höchst schädlich.

Reines Quecksilber verändert sich unter den gewöhnlichen Umständen an der Luft nicht. Eine matte, graue oder schwärzliche Haut, Folge von Oxydation, ist immer ein Zeichen von Verunreinigung des Quecksilbers mit fremden, leicht oxydirbaren Metallen. Diese Oxydation findet um so mehr statt, wenn die Oberfläche des Quecksilbers stets erneuert wird, z. B. durch Schütteln in einer Flasche, in der die Luft öfters gewechselt wird. — Unreines Quecksilber sieht daher immer blind aus, über weißes Papier laufend, hinterläßt es Schmutz, die sonst runden Tropfen werden länglich und geschwänzt, adhäriren stark an Glas, Porzellan u. s. w. Aber auch reines Quecksilber verliert, gleich andern Metallen, durch eine höchst feine mechanische Zertheilung seinen Metallglanz und erscheint mit dunkelgrauer Farbe, so daß man es früher in diesem Zustande für oxydirt hielt. Dieses erfolgt, wenn es mit irgend einem pulverförmigen Körper, z. B. Sand, Zucker, Schwefel oder mit Fett, überhaupt mit einem Körper, dessen kleinste Theile sich zwischen die Quecksilbertheilchen hineindrängen und deren Zusammenfließen verhindern, stark und anhaltend gerieben wird (früher das Tödten des Quecksilbers genannt). — In einer seinem Siedpunkte nahen Temperatur erhalten, verwandelt es sich in ein rothes Oxyd. Salpetersäure greift selbst in der Kälte und im verdünnten Zustande das Quecksilber an, Schwefelsäure nur concentrirt und kochend; Salzsäure jedoch wirkt nicht auf dasselbe ein, dagegen aber Chlor und Königswasser.

Das Quecksilber bildet mit dem Sauerstoffe zwei Oxyde, welche Basen sind. Quecksilberoxydul, $\dot{\dot{H}}g$, schwarzes Quecksilberoxyd,

durch Digestion einer salpetersauren Quecksilberoxydul- oder Chlorürlösung mit Kalilauge erhalten, erscheint als schwarzes Pulver, das durch Licht, Wärme (Siedhitze des Wassers) in metallisches Quecksilber und Quecksilberoxyd zerfällt. — Quecksilberoxyd, $\dot{H}g$, rothes Quecksilberoxyd, rothes Quecksilberpräcipitat. Es wird dargestellt entweder durch anhaltendes Kochen des Quecksilbers unter Einfluß der Luft in einem enghalsigen Kolben, aus dem die Dämpfe nicht entweichen können, sondern sich condensiren, oder durch ein nicht bis zum Glühen reichendes Erhitzen des salpetersauren Quecksilberoxydes für sich allein oder mit metallischem Quecksilber zusammengerieben, welches in diesem Falle durch die sonst nutzlos entweichende zersetzte Säure ebenfalls oxydirt wird. Nach ersterer Art bereitet, erscheint es als ein dunkelrothes, krystalliniſches Pulver; auf dem letztern Wege dargestellt, ist es ein rothes, etwas ins Orangegelbe gehendes Pulver. Es dienet zur Darstellung von reinem Sauerstoffgas und reinem Quecksilber, nebst dem auch in der Medicin.

Die auflöslichen Quecksilbersalze haben einen eigenthümlichen, höchst unangenehmen Metallgeschmack. Die Gegenwart des Quecksilbers in einem Salze läßt sich mit Sicherheit erkennen, wenn es mit kohlensaurem Kali oder Natron in einer zugeschmolzenen Glasröhre zum Glühen erhitzt wird, indem sich hiebei das Quecksilber in metallischer Form sublimirt. Die ganze Menge des Metalles aus einem Quecksilbersalze kann mit größter Genauigkeit auf nassem Wege abgeschieden werden, wenn man es mit concentrirter Salzsäure erhitzt und Zinnchlorür in einigem Ueberschusse zusetzt und damit eine kurze Zeit kocht. Man erkennt die Quecksilbersalze auch daran, daß ein Tropfen ihrer Lösung auf blankes Kupfer getröpfelt und nach einiger Zeit gerieben, eine scheinbare Versilberung darauf zurückläßt. Zink fällt das Quecksilber aus seinen Auflösungen metallisch als einen grauen Ueberzug, der ein Amalgam aus Zink und Quecksilber ist.

In den Auflösungen der Quecksilberoxydulsalze entsteht durch reines Kali und Ammoniak ein schwarzer Niederschlag, durch kohlensaure Alkalien ein grauschwarzer, durch Salzsäure und Chlormetalle ein weißer (durch Ammoniak schwarz werdender), durch Schwefelwasserstoff ein schwarzer Niederschlag. Ist das Quecksilber als Oxyd in der Auflösung enthalten, so ist der Niederschlag durch Kali, wenn es im Ueberschusse angewendet wird, gelb, durch kohlensaures Kali braunroth, durch ätzendes und kohlensaures Ammoniak weiß, durch Schwefelwasserstoffgas, wenn es im Ueberschusse angewendet wird, schwarz.

357. Von den Salzen des Quecksilbers sind folgende von Wichtigkeit: Quecksilberchlorür, einfach Chlorquecksilber, Calomel, versüßtes Quecksilbersublimat, Mercurius dulcis, $HgCl$, durch Fällung einer Oxydullösung mit verdünnter Kochsalzlösung

oder durch Sublimation von 4 Thln. Quecksilberchlorid mit 3 Thln. Quecksilber, ist eine geruchlose, im Wasser unlösliche Masse, die sich am Sonnenlichte schwärzt, und in der Hitze, ohne zu schmelzen, sublimirt. — Quecksilberchlorid, ätzendes Quecksilbersublimat, $HgCl$, wird in den Fabriken aus schwefelsaurem Quecksilberoxyde und Chlornatrium durch Sublimation erhalten; es ist geruchlos, aber von scharfem ätzendem Geschmacke und sehr giftiger Wirkung. Es löst sich in 16 Thln. kaltem, 3 Thln. kochendem Wasser, leichter in Alkohol und Aether auf. Vielen Metallen, mit denen es erhitzt wird, überläßt es das Chlor, daher es zur Darstellung vieler Metallchloride verwendet wird. Es kann ferner gegen die Trockenfäule des Holzes angewendet werden und als Mittel, die Verwesung animalischer Substanzen zu verhindern. Innerlich genommen, ist es ein heftig wirkendes Gift, wogegen Eiweiß als Gegenmittel empfohlen wird; nebst dem dient es vorzüglich in der Medicin, Färberei u. s. w.

Cyanquecksilber, Quecksilbercyanid, zweifach Cyanquecksilber, $HgCy$, durch Kochen von Berlinerblau mit Quecksilber und Wasser, ist die zur Darstellung des Cyangases und der Blausäure nothwendige Verbindung.

358. Das vorzüglichste Auflösungsmittel des Quecksilbers ist, wie schon erwähnt wurde, die Salpetersäure, welche hiebei zersetzt wird, Oxygen an das Metall abgibt und Stickstoffoxydgas entbindet. Das Product dieser Einwirkung ist sehr verschieden. Wendet man verdünnte Säure im Ueberflusse ohne Beihilfe von Wärme an, so geht die Auflösung nur langsam von statten und es bildet sich neutrales, salpetersaures Quecksilberoxydul, das mit 2 At. Wasser krystallisirt. War aber das Quecksilber hiebei im Ueberflusse, so wird das Salz basisch. Diese kalt bereitete Auflösung zieht Sauerstoff aus der Luft an und wird zum Oxydsalze. Letzteres erhält man auch gleich bei Anwendung von starker Säure unter Mitwirkung von Wärme, unter welchen Bedingnissen die Auflösung sehr rasch erfolget. Aus der heiß bereiteten Auflösung schießt jedoch kein neutrales, sondern basisches Oxydsalz von $\dot{H}g^2\ddot{\ddot{N}}+aq$ in Krystallen an. Wasser scheidet sowohl aus dem Oxydul- als aus dem Oxydsalze ein unlöslich basisches Salz aus. Diese Verbindung dient zur Bereitung des Quecksilberoxydes und anderer Quecksilberpräparate.

359. Knallsaures Quecksilberoxydul, Knallquecksilber, $\dot{H}g\dot{C}y$. Zur Darstellung dieses Präparates löset man 1 Thl. Quecksilber in 10 Thln. Salpetersäure von der Dichte 1.4 bei gelinder Wärme auf und gießet diese Auflösung in 8.3 Gewichtsthle. Alkohol von der Dichte 0.83,

wozu beide früher auf ungefähr 40° erwärmt werden. Nach Verlauf von einigen Minuten wird die früher klare Flüssigkeit trübe, es beginnt eine schwache Gasentwicklung, welche allmälich zunimmt, bis endlich ein allgemeines sehr lebhaftes Aufbrausen eintritt, daher man auch gleich den auf dem Sandbade stehenden Kolben bei dem ersten Anzeichen dieses Processes davon wegnimmt, da derselbe schon von selbst fortdauert. In Folge der Wechselwirkung, welche die salpetersaure Quecksilberlösung und der Alkohol gegen einander ausüben, bildet sich Kohlensäure und Stickgas, auch Salpetergas, nebstbei entbindet sich ein weißer dichter Dampf, welcher aus einer ternären Verbindung von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff (Salpeteräther) nebst reducirtem metallischem Quecksilber in Dampfform besteht, und knallsaures Quecksilber scheidet sich als graues krystallinisches Pulver aus, das im kalten Wasser sehr wenig löslich ist, vom heißen aber 130 Thle. zur Auflösung braucht. Um das Ueberlaufen der Flüssigkeit zu verhindern, muß das Gefäß sehr geräumig sein (im Nothfalle sucht man durch Zugießen von kaltem Weingeiste in kleinen Portionen vorzubeugen), auch ist wegen der leichten Entzündlichkeit der Aetherdämpfe große Vorsicht nöthig. Sobald alle Bewegung der Flüssigkeit aufgehört hat, bringt man sie in eine Schale, damit sich der Niederschlag absetzen kann, gießt sodann die darüber stehende Flüssigkeit ab, spült den Niederschlag zur Entfernung der anhängenden Salpetersäure mit kaltem destillirtem Wasser ab und bringet ihn zum Abtropfen auf ein Filtrum. Die Mutterlauge enthält Quecksilber aufgelöst und eine gewisse Menge Weingeist. Man kann sie mit Kalk neutralisiren und der Destillation unterwerfen, wodurch man unreinen Weingeist erhält, der zur Firniß- und Knallquecksilberbereitung tauglich ist.

Um das Knallquecksilber von dem beigemengten, sehr fein vertheilten Quecksilber zu reinigen, wodurch es eine gelbgraue Farbe erhält, pflegt man es durch Auflösen im kochenden Wasser umzukrystallisiren, wodurch es in weißen seidenglänzenden Nadeln erhalten wird. Das Trocknen muß mit großer Vorsicht bei gelinder Wärme im Kleinen im Wasserbade, im Großen langsam im Schatten vorgenommen werden. Noch besser ist es, das Knallquecksilber in vielen, aber kleinen Portionen, so wie es bei fabrikmäßiger Darstellung zugleich erzeugt wird, in Gläsern zu sammeln, mit Wasser übergossen, aufzubewahren und sodann diese einzelnen Portionen der weiteren Verarbeitung zu Knallpulver zu unterziehen.

Um sich bei der Operation von den Dämpfen, die den Arbeitern höchst beschwerlich fallen, zu sichern, so nimmt man selbe, wo nur im Kleinen gearbeitet wird, unter dem Schornsteine des Laboratoriums vor, im Großen in eigens

dazu eingerichteten Räumen oder bei günstiger Witterung selbst im Freien. Nach Chevallier's Vorschlag nimmt man statt eines offenen Kolbens eine tubulirte, durch einen hölzernen Stöpsel zu schließende Retorte, setzet den Hals durch ein längeres und weites Rohr mit einer Vorlage in Verbindung, diese sodann durch eine Verbindungsröhre mit einer zweiten u. s. w. Die Vorlagen hält man durch Wasser abgekühlt, und aus der letzten führt eine Röhre die nicht condensirten Dämpfe ins Freie oder unter einen Schornstein. Nach Ure's Angabe soll jedoch schon ein geringer Druck, der hiebei erzeugt wird, die Bildung von Knallquecksilber augenscheinlich erschweren.

Knallquecksilber, welches nicht durch Auflösen im heißen Wasser umkrystallisirt wurde, enthält zuweilen ziemlich viel metallisches Quecksilber in sehr fein vertheiltem Zustande. Solches Knallquecksilber greift das Messing, mit welchem es in Berührung kommt, schon trocken an, in Folge vor sich gehender Amalgamirung, während diese Wirkung durch davon befreites erst unter dem Einflusse der Feuchtigkeit eintritt, in Folge der statt findenden Fällung des Quecksilbers durch das Kupfer.

Das oben angegebene Verhältniß der zu nehmenden Stoffe ist von Ure nach angestellten Versuchen angegeben. Berzelius schreibt vor, auf 1 Thl. Quecksilber 12 Thle. Säure (Dichte 1.360 bis 1.380) und 16 Thle. Alkohol (Dichte 0.850) zu nehmen. Das ursprünglich 1799 von Howard, dem Entdecker dieses Salzes, angegebene Verhältniß soll 1 : 8.8 : 7.5, nach Andern 1 : 12 : 12 sein. Aus dem geht hervor, daß das zu beobachtende Mengenverhältniß wohl nicht ganz unabweichlich genau gehalten werden muß, doch darf man auch nicht zu sehr davon abweichen, da Ure's Versuche lehren, daß sich hiedurch die Menge des erhaltenen Knallquecksilbers vermindert und selbst durch gleichzeitige Bildung von basischem salpetersaurem Quecksilberoxyde ein unwirksames Präparat erhalten wird. Auch wird das Zugießen der Quecksilberlösung in den Alkohol und nicht verkehrt, als eine zum Gelingen des Processes nicht außer Acht zu lassende Vorsichtsmaßregel anempfohlen. Auf 1 Pf. Quecksilber wird gewöhnlich 1 ⅙ bis 1 ¼ Pf. Knallquecksilber gerechnet.

Ure gibt an, aus 100 Thln. Quecksilber 130 Thle. Knallquecksilber zu erhalten, gibt jedoch zu, daß durch Temperaturverschiedenheiten oder durch andere zufällige Einflüsse um 2 bis 3 Thle. weniger ausfallen könne. Die Menge des Quecksilbers, das er als Oxyd darin enthalten angibt, beträgt nach demselben in 130 Thln. nur 91.1 Thle., so daß 8.9 Thle. desselben bei der Bearbeitung theils durch Verflüchtigung verloren gegangen, theils in der Flüssigkeit gelöst verblieben sind.

360. Das Knallquecksilber explodirt durch Erhitzen auf 149°, durch Stoß und Reibung, so wie durch Befeuchten mit concentrirter Schwefel- und Salpetersäure; hiebei entwickeln sich kohlensaures und Stickstoffgas nebst Quecksilberdampf. Die außerordentliche Schnelligkeit, mit welcher

diese Zersetzung vor sich gehet, ist Ursache von der Heftigkeit der Explosion, daher auch ein Gewehr damit geladen, eher springt, ehe die Kugel davon in Bewegung gesetzt wird. — Ueber die Explosion des Knallquecksilbers durch bloße mechanische Einwirkung (ohne Einfluß äußerer Wärme) sind von Aubert, Pellisier und Gay-Lussac sehr gründliche und interessante Versuche angestellt worden, aus welchen sich folgende Hauptresultate ergeben haben. Trockenes Knallquecksilber explodirt sehr leicht durch einen Schlag von Eisen auf Eisen, etwas minder leicht durch den Schlag von Eisen auf Bronce (Kanonenmetall), noch ein wenig schwieriger durch den von Marmor auf Glas, von Marmor auf Marmor oder von Glas auf Glas; doch entzündet es sich in allen diesen Fällen mit hinlänglicher Leichtigkeit, so daß man fast sicher bei jedem Schlage auf die Explosion rechnen kann. Ein Schlag von Eisen auf Blei bringt nur sehr schwierig die Entzündung zu Stande und der von Eisen auf Holz ist ganz unwirksam. Das Knallquecksilber entzündet sich stets leicht durch Reibung, namentlich von Holz gegen Holz, minder leicht durch Reibung von Marmor gegen Marmor, dann von Eisen gegen Eisen, endlich von Eisen gegen Holz oder Marmor. Gepulvertes Knallquecksilber explodirt schwieriger, namentlich durch Reibung, als das in unzerkleinerten Krystallen angewendete.

Durch Nässe verliert das Knallquecksilber bedeutend an Entzündlichkeit. Mit 5 Proc. Wasser befeuchtet, explodirt es zwar durch den Schlag von Eisen gegen Eisen, aber blos der geschlagene Theil entbrennt, und zwar ohne Flamme und ohne daß die Entzündung sich auf den nicht geschlagenen Theil fortpflanzt. Die Reibung von Holz auf Holz hat einen ähnlichen Erfolg, aber die Entzündung konnte bei den Versuchen nicht durch den Schlag von Marmor gegen Marmor oder Holz hervorgebracht werden. Wenn das Knallquecksilber mit 10 Proc. Wasser vermischt ist, so erfolgt die Entzündung noch schwieriger; doch verschwindet es durch den Schlag von Eisen auf Eisen, aber ohne Flamme und ohne Geräusch; der geschlagene Theil verbrennt allein und reißt das übrige mit sich fort. Mit 30 Proc. Wasser angemacht, explodirt es noch manchmal beim Reiben mit einem hölzernen Läufer auf einer Marmorplatte, aber die Explosion trifft nur einzelne Theile der Masse und pflanzt sich nicht fort. Es wird dadurch bloß der Läufer unter der Hand des Arbeiters in die Höhe gehoben, und es erfolgt niemals ein Unfall.

30 Gramme (1.7 Loth) Knallquecksilber in einer kleinen Pappschachtel auf dem Boden eines Fasses entzündet, schlugen ein rundes Loch, ohne es zu zerbrechen, wie es von einer aus einem 4Pfünder

geschossenen Kugel geschehen sein würde, der Knall der Explosion schien viel stärker als der von einer Muskete; die nämliche Menge Schießpulver, unter ähnlichen Umständen entzündet, brachte kaum einen Knall hervor, zerbrach den Boden des Fasses nicht und erschütterte es nicht einmal. — 25 Gramme (1.4 Loth) Knallquecksilber in freier Luft auf ein Brett, das auf dem Boden lag, gelegt, zerbrachen es in Stücke und schlugen noch überdieß ein Loch in die Erde unter dem Brette. Die nämliche Quantität unter ein Faß ohne Boden (baril defoncé) von ungefähr 1 Hectoliter Capacität, zersprengte es in Stücke.

Kleine stählerne Behälter von 3 Kubikmillimeter Capacität, deren Wände 3 Millimeter in der Dicke hielten, wurden oft durch die Explosion des darin enthaltenen Knallquecksilbers in Stücke zerbrochen. — 25 Gramme Knallquecksilber, an freier Luft entzündet, theilten die Entzündung einem andern Antheile Knallquecksilber mit, welches 5 Centimeter davon entfernt lag; doch theilte sich dieselbe einem zweiten, 12 Centimeter entfernten Antheile nicht mehr mit.

Schüttet man in einer gewissen Länge Knallquecksilber und daran oder selbst darauf Schießpulver, so wird, wenn man das hervorragende Ende des Knallquecksilbers entzündet, dasselbe abbrennen, das Schießpulver dagegen unentzündet zerstreut. Anders verhält es sich, wenn die aus dem Knallquecksilber entbundenen Gasarten keinen andern Ausweg, als durch den Zündkanal im Gewehre, zum Pulver haben. Läßt man in dem vorigen Versuche das Schießpulverende hervorragen und zündet dieses an, so wird auch das Knallquecksilber, sobald es von der Entzündung erreicht ist, mit der ihm eigenen unmeßbaren Schnelligkeit abbrennen, den Rest des Pulvers aber unentzündet aus einander werfen. — Ein inniges Gemenge von Knallquecksilber und Schießpulver verbrennt gänzlich, ist aber durch den Stoß etwas minder entzündlich, als reines Knallquecksilber.

Die große Schnelligkeit, mit der das Knallquecksilber explodirt und die dadurch hervorgehende zerschmetternde Wirkung, könnte demselben in manchen Fällen eine nützliche Anwendbarkeit verleihen, z. B. um Thore damit, wie durch Petarden zu sprengen, so wie es überhaupt schon zum Sprengen von Felsen gebraucht wurde.

361. Das Knallquecksilber wird seiner explosiven Eigenschaft wegen als Zündungsmittel des Schießpulvers in Feuerwaffen angewendet, und hiezu mit Salpeter oder Salpeter und Schwefel, oder mit wirklichem Schießpulver auf das innigste gemengt, theils weil die zur Entzündung nothwendige Knallquecksilbermenge so gering ist, daß es sich, so zu sagen,

der Manipulation entziehet, theils um es zur weiteren Fortpflanzung des Feuers geeigneter zu machen.

Vorschriften über das Quantitätsverhältniß der zu nehmenden Stoffe gibt es verschiedene, als: Knallquecksilber mit $1/3$ Salpeter oder nach Bellot: 7 Thle. Knallquecksilber und 9 Thle. eines aus Salpeter und Schwefel (im Verhältnisse von 117:23) zusammengesetzten Gemenges, ferner 10 Thle. Knallquecksilber und 6 Thle. Schießpulver oder auch zu gleichen Theilen u. s. w. Man hat auch chlorsaures Kali zugesetzt, wie es in den Zündhütchen der früheren Zeit in bedeutender Menge gefunden wurde.

Man hat solche Mischungen anfänglich in Form von gefirnißten Körnern, Wachszündpillen, oder in mit Blei oder Papier überzogenen Pastillen angewendet. Gegenwärtig sind vorzüglich die Zündhütchen, Kapseln, ganz allgemein, in Oesterreich insbesondere Zünder (Zündröhrchen) für den Militärgebrauch eingeführt. — Die Zündhütchen werden aus dünn gewalztem Kupferbleche verfertigt, indem aus demselben zuerst runde Scheiben ausgestoßen und diese sodann durch Hilfe eines Preßwerkes in Kappen- oder Hütchenform gebracht werden. Zur Bereitung der Zündmasse wird das in den Filtrirtrichtern abgetropfte und noch feuchte Knallquecksilber zerrieben und mit den übrigen vorher ebenfalls fein gepulverten Stoffen innig gemengt, wozu man sich einer marmornen Tafel und eines hölzernen Reibers oder einer hölzernen Walze bedient. Man erhält hiedurch einen festen Teig, der gewöhnlich mittelst Siebe, die nicht von Metall sein dürfen, gekörnt wird; das gekörnte Pulver wird sodann getrocknet und durch Aussieben von dem Staube getrennt. Die Aufbewahrung des gekörnten Pulvers geschieht in Flaschen aus Leder oder lackirtem Pappendeckel.

Zur Füllung der Hütchen reicht eine sehr geringe Menge hin. Nach Prechtl's technologischer Encyklopädie reicht 1 Pf. Knallquecksilber auf 33,000 Zündhütchen für Jagdgewehre und auf 18,000 für Militärgewehre hin. Nach französischen Ermittlungen reichet die aus 1 Kilogr. Quecksilber hervorgehende Menge von $1^1/_4$ Kilogr. Knallquecksilber zu Anfertigung von 46950 Militärkapseln hin; das Zündpulver hiezu besteht aus Knallquecksilber mit $1/2$ Mehlpulver.

In Frankreich wurden im Jahre 1835 800 Millionen Zündhütchen angefertigt, wovon beinahe die Hälfte in das Ausland ging und wozu 26 bis 27000 Wiener Pf. Quecksilber erforderlich waren. Bellot's Fabrik in Prag wurde im Jahre 1836 auf eine Erzeugung von 40 bis 45 Millionen Zündhütchen angegeben.

Die Zündmasse wird am Boden des Hütchens durch einen Lack befestiget, welcher zugleich auch gegen die Feuchtigkeit schützt, z. B. durch eine Auflösung von 4 Thln. Schellack, oder 1 Thl. Kolophonium und 1 Thl.

Terpentin in 10 Thln. starkem Weingeiste, dann bedeckt man die Oberfläche mit einem Scheibchen feinen Briefpapieres (oder dünnen Bleiplättchens, um selbst Regen und jedes Eindringen von Nässe abzuhalten). Man kann gute Zündhütchen ins Wasser werfen und nach 24stündigem Liegen in demselben werden sie sich noch völlig wirksam beweisen; allein nach längerer Zeit verlieren sie an Brauchbarkeit. Beim Gebrauche wird ein solches Hütchen auf den Piston des Gewehres aufgesetzt, und die Füllung von dem Hahne, welcher beim Abdrücken gegen denselben schlägt, zur Explosion gebracht. Damit aber das Kupfer nicht umher geschleudert werde und den Schießenden im Gesichte verletze, bringt man im Schlagstücke des Hahnes eine Versenkung an, welche über das Hütchen und den obersten Theil der Schlagröhre greift, wodurch das Herumfliegen der Stücke von zerrissenen Zündhütchen verhütet wird. Zu diesem Zwecke pflegt man auch den unteren Theil der Hütchen, besonders der größeren zum Militärgebrauche, durch Einschnitte in Lappen zu formiren, die sodann durch die Explosion nicht zerrissen, sondern nur aus einander gebogen werden. Um den Einfluß auszumitteln, welchen ein explodirendes Zündhütchen auf andere, mit denen es verpackt ist, ausübt, wurden 500 Zündhütchen (Versuche von Mr. Lovell) in ein blechernes Kästchen gelegt und ein Zündhütchen durch ein im Deckel gemachtes Loch mittest Stempel und Hammer zur Entzündung gebracht. Es kamen hiebei außer dem ersten nur noch zwei Zündhütchen zur Explosion, die andern blieben unversehrt. Eigentlich sollte hiebei die Größe der Beimischung, die dem Knallquecksilber gegeben war, bekannt sein. Der erwähnte Versuch wurde immer mit gleichem Erfolge wiederholt; mehr als 3 bis 4 Zündhütchen kamen nie zur Entzündung. Der Versuch wurde abgeändert, daß ein glühendes Eisen zwischen die Zündhütchen hineingebracht wurde; aber auch hier brannten nur die in die unmittelbare Berührung gekommenen ab. Als aber nur einige Pulverkörner zwischen die Zündhütchen geschüttet wurden, so detonirten sie, durch die Pulverflamme entzündet, sämmtlich. Aehnliche Versuche sind später angestellt worden, indem man Flintenkugeln nach großen Packeten Kupferhütchen schoß, und wo stets nur wenige, die von der Kugel getroffen wurden, explodirten. Wurden aber einige Patronen in die Packete mit eingelegt, so entging kein Kupferhütchen der Entzündung.

Zu den Vortheilen, welche für die Percussionszündung aufgezählt werden, gehört Verstärkung der Kraft, in Folge des insbesondere bei Kapseln statt findenden Verschlusses des Zündloches und des die Ladung kräftiger durchdringenden Feuerstrahles. Versuche hierüber, von Mr. Lovell angestellt, zeigten, daß 8.84 Thle. Pulver bei Percussion so viel leisten, als 10 Thle. bei Steinfeuerung. Die Versuche wurden alle mit ein und derselben Muskete gemacht, welche an

einer Seite ein Percussions-, an der andern ein Steinschloß hatte; die Ladung war Anfangs die sonst gewöhnliche Musketenladung von 150 Gr. Pulver, welche man sodann von 10 zu 10 Gr. schwächer genommen hatte, bis endlich mit 50 Gr. aufgehört wurde, nachdem mit jeder Ladung 30 Versuche mit Stein-, und eben so viele mit Percussionsabfeuerung gemacht worden waren (Technisches Wörterbuch, bearbeitet nach Dr. Andrew Ure's Dictionary von K. Karmarsch und Dr. Fr. Heeren).

Hiernach betrüge die Ersparniß an Pulver für die Ladung einer Flinte bei der Anwendung von Kapseln ungefähr $1/_{10}$, welche Menge noch durch das auf die Pfanne zu schüttende Pulver vermehrt werden muß. — In der österreichischen Armee, wo nicht die das Zündloch verschließenden Kapseln, sondern die im Folgenden erwähnten Zünder in Anwendung stehen, ist die gewöhnliche Ladung des Infanteriegewehres von $2^1/_2$ Qtl. Pulver auf 2 Qtl. herabgesetzt worden.

362. In Oesterreich hat man zum Militärgebrauche für das kleine Feuergewehr statt der Kapseln Zündröhrchen, Zünder genannt, welche aus dünnem Messingbleche durch Rollen über einen Cilinder angefertigt und mit gekörntem Knallpulver, aus gleichen Theilen Knallquecksilber und Musketenpulver gefüllt werden; an den Enden sind sie durch Zusammenpressen geschlossen. — Um die Einwirkung des Knallquecksilbers auf die messingenen Hülsen zu verhindern, wodurch die Unwirksamkeit des Präparates und die Zerstörung derselben herbeigeführt würde, überstreicht man das Hülsenblech noch vor dem Rollen mit einer Auflösung von Mastix in Terpentinöhl. Denselben Ueberzug gibt man den bereits fertigen Zündern auch an der Außenseite, um die gewöhnlichen Einflüsse von Luft und Feuchtigkeit aufzuheben. Die Zünder, welche mittelst eines dünnen Messingdrahtes an der Patrone befestigt sind, werden beim Gebrauche in einen rinnenförmigen Einschnitt vor dem Zündloche eingelegt und durch den Deckel festgehalten. Beim Abdrücken des Gewehres schnellt der statt des Hahnes eines gewöhnlichen Schlosses angebrachte Hammer auf einen im Deckel vorhandenen beweglichen Zahn, dessen keilförmige Schneide den Zünder trifft und seine Explosion bewirkt.

Zur Bereitung des Zündpulvers wird daselbst das Knallquecksilber in ganz kleinen Portionen aus $2^1/_2$ Lth. Quecksilber erzeugt (im Sommer täglich 300 Portionen, woraus 28 Pf. Knallquecksilber resultiren). 4 Lth. des in Portionen zu 8 Lth. in Gläsern unter Wasser aufbewahrten Knallquecksilbers kommen, nachdem das durch Aufstoßen auf einen mit Leder überzogenen Polster noch mehr abgesonderte Wasser abgegossen ist, auf einen mit einer Glasplatte belegten Tisch, wo es mittelst eines Laufers aus Buchsbaumholz, der mit Blei eingelassen und an seiner unteren Fläche

mit Leder überzogen ist, auf das feinste zerrieben wird. Hierauf werden diese 4 Lth. Knallquecksilber mit 8 Lth. in trockenem Zustande zerriebenen Pulvers zusammengeknetet, sodann die noch übrigen 4 Lth. derselben Portion Knallquecksilbers zugesetzt und ebenfalls eingeknetet. Dieses Zusammenkneten geschieht auf einem mit einer Steinplatte belegten Tische mittelst eines eigenen mit Leder überzogenen Reibholzes von Buchsbaum, ähnlich den Buchdruckerballen. Die zusammengeknetete Masse wird dann noch mittelst Walzen gut durchgearbeitet und endlich mittelst hölzerner Spateln in irreguläre Stücke zertheilt. Sollte während der Arbeit die Masse zu viel trocknen, so muß sie zweckmäßig angefeuchtet werden. Die noch feuchte Masse wird in eigenen Sieben mittelst hölzerner Kugeln gekörnt, das gekörnte Pulver langsam in einer Trockenstube oder an der Luft getrocknet, durch Siebe sortirt, vom Staube befreit und in papiernen Hülsen zu 8 Lth. zum weiteren Gebrauche aufbewahrt.

Vorsichtsmaßregeln, welche in derlei Anstalten zu empfehlen sind, um Unglücksfälle zu verhüten, findet man in einer Uebersetzung von Chevallier's Abhandlung (Dingler's polytechnisches Journal, Band 61, S. 195).

Um die angreifende Wirkung des Knallzündpulvers zu prüfen, ließ man auf gut polirten Eisen- und Stahlplatten Knallpulver (aus gleichen Theilen Knallquecksilber und gewöhnlichem Schießpulver erzeugt), ferner Knallpulver aus chlorsaurem Kali u. s. w. (muriatisches Pulver) und gewöhnliches Pulver wiederholt detoniren, und untersuchte dieselben, nachdem sie mit dem darauf gebliebenen Rückstande 24 Stunden in einem feuchten Locale aufbewahrt waren. Hiebei zeigte sich, daß die von Knallquecksilber belegt gewesenen Platten am wenigsten, diejenigen hingegen, worauf muriatisches Pulver gelegen, am meisten, sogar stärker als eine mit Kochsalzlösung bestrichene Platte vom Roste angegriffen waren. Die mechanisch zerstörende Gewalt ist hingegen beim Knallquecksilber am größten, besonders wenn dem Gase nicht hinlänglicher Ausweg verschafft war; zwei Platten vom gehärteten Stahle, nachdem man die verschiedenen Pulverarten in eine halbkugelförmige Vertiefung der einen gebracht, dieselbe mit der andern Platte zugedeckt und mit dem Gewichte von 4 bis 5 Pfund beschwert hatte, erschienen nach wenigen Explosionen durch das Knallquecksilber ganz gefurcht, während die anderen Pulversorten unter ähnlichen Umständen keine erhebliche Wirkung zeigten (die Entzündung wurde hiebei mittelst einer Stoppine bewirkt, welche in eine passende Rinne der untern Platte eingelegt war); dasselbe ist an den Stempeln zu bemerken,

mit denen das Knallpräparat auf den Boden der Hütchen aufgedrückt wird, und wobei sich öfters Explosionen ergeben, welche übrigens der gemachten Einrichtung zu Folge weiter keine Verbreitung nach sich ziehen.

Des Knallquecksilbers bedient man sich auch als Zündungsmittel für das schwere Geschütz, unter Anwendung verschiedenartiger Pistons und Schlösser oder Hämmer, so wie von Frictionsvorrichtungen; hiezu wird es ebenfalls mit Mehlpulver (gewöhnliches Salpeterpulver), zuweilen auch mit Chlorkalipulver versetzt. Die Vorschriften hierüber sind verschieden.

363. Soll in einem Percussionspulver die Menge des Knallquecksilbers, welches nach der (308.) angegebenen Weise entdeckt werden kann, angegeben werden, so behandelt man eine gewogene Menge desselben, nachdem sie früher mit Wasser befeuchtet wurde, mit concentrirter Salzsäure, bringt das Ganze zum Kochen und trennt die etwa unlöslichen Substanzen, als Schwefel und Kohle, durch Filtriren und Auswaschen. Zu der erhaltenen Flüssigkeit setzt man eine concentrirte Auflösung von Zinnchlorür hinzu, die man vorher mit so viel Salzsäure versetzt hat, daß sie vollkommen klar ist. Hierauf wird das Ganze gekocht, doch nur durch einige Minuten, weil sich Quecksilberdämpfe mit den Wasserdämpfen verflüchtigen könnten; man verkorkt nun den Kolben und läßt Alles erkalten. Das hiedurch reducirte Quecksilber setzt sich Anfangs als grauer Niederschlag ab, der aus fein vertheilten Quecksilberkügelchen besteht; durch das Kochen vereinigen sich dieselben zu größern Kugeln. Nach dem vollständigen Erkalten gießt man die klare Flüssigkeit von den Quecksilberkugeln ab, wäscht sie ohne zu filtriren mit durch Salzsäure gesäuertem Wasser und schüttet das Ganze in einen tarirten Porzellantiegel. Das überflüssige Wasser wird sodann abgegossen, der größte Theil des übrigen durch Einsaugen in Löschpapier entfernt und das Quecksilber an der Luft, nicht an einem erwärmten Orte, getrocknet; aus der Menge desselben wird sodann nach der Zusammensetzung des Knallquecksilbers die Menge des letzteren berechnet.

Um die Menge des darin enthaltenen Salpeters zu bestimmen, laugt man eine andere gewogene Portion des Percussionspräparates mit kaltem Wasser aus, fällt durch Schwefelwasserstoffgas das darin gelöste Knallquecksilber und dampft die davon geschiedene Flüssigkeit, wie es bei der Bestimmung des Salpetergehaltes im Schießpulver gesagt wurde, ab. Der Rückstand, welcher noch Knallquecksilber ungelöst enthält, wird zur Entfernung desselben mit einer hinlänglichen Menge heißen Wassers behandelt, und aus dem neuen Rückstande auf die an demselben Orte angeführte Weise der Gehalt an Schwefel und Kohle ausgemittelt. Die Bestimmung des

etwa eingemengten chlorsauren Kali, so wie des Schwefelantimons, wenn sie nach vorausgegangener qualitativer Untersuchung darin gefunden worden wären, geschieht nach der (308.) angegebenen Art.

364. Einfach Schwefelquecksilber, Hg_2S, erscheint durch Präcipitation eines Oxydulsalzes mittelst Schwefelwasserstoffgases als schwarzes Pulver, das beim Erhitzen in Quecksilber und zweifach Schwefelquecksilber zerfällt. — Zweifach Schwefelquecksilber, HgS, Zinnober. Leitet man in eine Quecksilberoxydauflösung einen Strom Schwefelwasserstoffgas, so bildet sich ein schwarzer Niederschlag von zweifach Schwefelquecksilber. Schmilzt man 6 Thle. Quecksilber mit 1 Thl. Schwefel zusammen, so erhält man eine grauschwarze Masse, welche der Sublimation unterworfen, eine dunkelrothe krystallinische Masse, den künstlich bereiteten Zinnober gibt; auch auf nassem Wege erhält man Zinnober, wenn Quecksilber innig (bis zur Tödtung) mit Schwefel zusammengerieben, dann mit Aetzkalilauge übergossen und anhaltend gelinde erhitzt wird. Zinnober verflüchtigt sich, ehe er schmilzt; an der Atmosphäre erhitzt, verbrennt er, Quecksilber und schweflige Säure bildend. Durch Glühen mit Kohle, Eisen u. s. w. wird er reducirt; Chlor zersetzt ihn unter Feuererscheinung, Königswasser löset ihn auf. Zinnober kommt schon gebildet in der Natur vor und wird im Großen in Idria, Holland u. s. w. bereitet.

365. Legirungen. Das Quecksilber verbindet sich fast mit den meisten Metallen. Diese Verbindungen heißen Amalgame. Man erhält sie, wenn man entweder die Metalle bloß mit Quecksilber in Berührung bringt oder sie damit erhitzt. — Kaliumamalgam, so wie die Amalgame der übrigen alkalischen und erdigen Radicale werden bei der Darstellung der letztern auf elektrischem Wege erhalten, wenn Quecksilber als negativer Leiter angewendet wird. Zinnamalgam dient zum Belegen der Spiegel; das Amalgam aus 1 Zinn, 1 Zink und 2 Quecksilber, das Kienmayer'sche Amalgam, für die Reibzeuge der Elektrisirmaschinen. Amalgame aus Wismuth, Zinn und Blei zeichnen sich ganz besonders durch Leichtflüssigkeit aus; 100 Quecksilber, 175 Zinn, 310 Blei, 500 Wismuth gibt eine Legirung, die bei 56.4° vollkommen flüssig ist und bei 48° erstarrt; sie wird zu anatomischen Ausspritzungen gebraucht. Mit Nickel und einigen der nur selten vorkommenden Metallen hat man noch kein Amalgam erhalten können. Mit Kupfer und Eisen ist nur schwierig die Verbindung mit dem Quecksilber darzustellen, daher die Aufbewahrung des Quecksilbers in eisernen Gefäßen geschieht; sie gelingt aber doch auf indirectem Wege. Eben so wird für

Hähne und andere Fassungen an Glasglocken u. dgl., die für die Quecksilberwanne bestimmt sind, Eisen oder Pakfong als Materiale gewählt.

Außer zu den eben erwähnten verschiedenen Legirungen gebraucht man das Quecksilber ferner zur Anfertigung mehrer physikalischen Instrumente, als: Thermometer, Barometer, Elaterometer u. s. w., zur Herstellung der metallischen Leitung bei galvanischen Apparaten von größerer Ausdehnung, als negativer Leiter bei der Darstellung der Radicale der Erden und Alkalien, zur Darstellung einiger Legirungen, wie gerade erwähnt wurde, dann zur Füllung der pneumatischen Wanne in chemischen Laboratorien, zum Auffangen der vom Wasser absorbirbaren Gase, endlich bei der Feuerversilberung und Vergoldung. Von den übrigen Präparaten haben das rothe Quecksilberoxyd, das zweifach Chlorquecksilber sowohl in chemischer Beziehung, als auch, so wie viele andere, in pharmaceutischer Hinsicht Anwendung. Von größerer Wichtigkeit für die gegenwärtige Abhandlung ist das erwähnte knallsaure Quecksilberoxydul für die Percussionszündungen.

366. Das Quecksilber findet sich in der Natur gediegen vor, häufiger aber mit Schwefel in Verbindung, als natürlicher Zinnober, selten mit Selen, mit Chlor, niemals im oxydirten Zustande. Fast alles Quecksilber wird aus dem Zinnober gewonnen, der in geringer Menge von metallischem Quecksilber begleitet ist. — Die Darstellung des Quecksilbers aus dem Zinnober, wie es in Idria der Fall ist, geschieht durch Erhitzung desselben unter dem Zutritte der Luft; der Schwefel entweicht hiebei als schweflige Säure, und das Quecksilber verflüchtigt sich in Dämpfen, die durch eine Reihe von Kammern geleitet werden, wo sie sich condensiren. Auch durch Destillation des Zinnobers nach vorhergehender Mengung mit Kalk (eben so auch mit Eisen) erhält man das Quecksilber.

Das käufliche Quecksilber, so wie es im Großen gewonnen wird, ist nicht ganz rein, sondern gewöhnlich durch kleine Mengen anderer Metalle verunreinigt; im Kleinhandel wird es nicht selten mit Blei oder Wismuth absichtlich verfälscht. Zur Bereitung chemischer Präparate, so wie zur Anfertigung von Thermometern, Barometern und andern physikalischen Instrumenten, muß es daher gereinigt werden. Dieses geschieht durch Destillation in gläsernen Retorten, die man in einem Drahtkorbe über freies Feuer legt, und an welche man eine Vorlage mit Wasser, bis nahe zur Mündung des Retortenhalses reichend, anbringt. Durch das Ueberspritzen des kochenden Quecksilbers, so wie auch durch den Umstand, daß Wismuth und Zinn wirklich in kleinen Mengen mit dem Quecksilber übergehen, bekommt man dasselbe nicht vollkommen rein. Ersteres verhindert

man zwar zum Theil, wenn man die Oberfläche desselben mit Eisenfeilspänen bedeckt. Man reinigt das käufliche Quecksilber auch dadurch, daß man es mit einer kleinen Menge verdünnter Salpetersäure digerirt, oder auch nur wiederholt schüttelt, wodurch vorzugsweise die fremden Metalle gelöset werden. Aehnlich wirkt Aetzsublimat, woraus Quecksilber abgeschieden wird, indem sich die fremden Metalle mit dem Chlor verbinden. — Ganz reines Quecksilber erhält man durch die Destillation des Zinnobers mit Eisenfeilspänen oder gebranntem Kalke, Mennig u. s. w.; daher man unreines käufliches Quecksilber mit $1/6$ seines Gewichtes Schwefel zusammenschmilzt, die entstandene schwarze Masse zu Pulver zerreibt, mit gleich viel Eisenfeile mengt und aus einer Retorte destillirt. Ein Ueberspritzen findet hier nicht statt, da die Dämpfe sich aus einer festen Masse entwickeln. Auch aus dem rothen Quecksilberpräcipitate, wie es schon so häufig erwähnt wurde, erhält man durch Erhitzung reines Quecksilber, desgleichen durch Erhitzung eines Gemenges von schwefelsaurem Quecksilber mit Kalk. — Von Schmutz, Staub, anhängender Oxydhaut reinigt man das Quecksilber durch wiederholtes Filtriren durch Papiertrichter mit sehr feiner, mittelst einer Stecknadel gemachter Oeffnung, oder indem man es durch Holz mittelst der sogenannten Quecksilberpresse (einer kleinen Schraubenpresse) preßt, oder mit Hilfe des Druckes der Luft bei der Luftpumpe (Quecksilberregen). Beträchtliche Beimischungen fremder Metalle werden durch ein solches Durchpressen auch schon zum Theil entfernt.

13. Silber.

367. Das Silber, Argentum, Ag, zeichnet sich vor allen andern Metallen durch seine weiße Farbe, und wenn es polirt ist, durch seinen großen Glanz aus; seine Dichte ist 10.47 (im gehämmerten Zustande 10.51). Es ist so weich, daß es noch abfärbt, und steht in dieser Beziehung zwischen dem Gold und Kupfer. Es ist sehr elastisch und klingend, besitzt eine beträchtliche Zähigkeit und nach dem Golde die größte Geschmeidigkeit. Es läßt sich zu Blättchen von $\frac{1}{100000}''$ Dicke ausschlagen, und in so feine Drähte ziehen, daß eine Länge von 400′ nur einen Gran wiegt. Ein Draht von $1/3'''$ Durchmesser braucht mehr als 20 Pf. zum Zerreißen. — Das Silber schmilzt nach Daniell bei 818°. Es kann nur im Focus großer Hohlspiegel verflüchtigt werden, wobei es sich als weißer Staub auf kalten Metallflächen absetzet. — Reines Silber wird durch Luft und Wasser bei keiner Temperatur oxydirt. Das Anlaufen des reinen Silbers, so wie der Silberwaaren an der Luft, rührt vom vorhandenen Schwefelwasser-

stoffgase her (siehe Schwefelsilber). Geschmolzenes Silber nimmt zwar Sauerstoff auf, läßt ihn aber beim Erkalten wieder entweichen, wodurch ein Herumspritzen des Silbers (Spratzen) oder ein dendritenartiges Hervordringen desselben an der Oberfläche bewirkt wird; durch den elektrischen Funken jedoch verbrennt es mit schönem grünem Lichte; wobei sich das Oxyd mit brauner Farbe absetzt. — Das beste Auflösungsmittel desselben ist Salpetersäure, die schon in der Kälte darauf wirkt. Salzsäure, selbst concentrirt, verwandelt das Silber nur an der Oberfläche in Chlorsilber. Sehr verdünnte Schwefelsäure ist ohne Einfluß auf dasselbe; concentrirte hingegen löset es in der Siedhitze zu schwefelsaurem Silberoxyde auf. Durch Schmelzen mit Salpeter oder ätzenden Alkalien unter dem Zutritte der Luft wird das Silber nicht angegriffen, daher zu derlei Operationen silberne Tiegel denen von Platin vorzuziehen sind.

368. Das Silber hat nebst einem Suboxyde und einem für technische Anwendung eben so unwichtigen Superoxyde nur ein Oxyd, welches als Basis auftritt, Silberoxyd, $\dot{A}g$; es wird durch Fällung aus einer salpetersauren Silberoxydlösung mittelst ätzenden Kali als dunkelbraunes, schon am Lichte zersetzbares Pulver erhalten.

Die Salze des Silberoxyds haben einen äußerst unangenehmen metallischen Geschmack. In den Auflösungen derselben entsteht durch reine Alkalien ein brauner, durch zugesetztes Ammoniak löslicher Niederschlag; durch kohlensaure Alkalien ein weißer, durch Schwefelwasserstoffgas ein schwarzer Niederschlag. Salzsäure und aufgelöste Chlormetalle bringen einen weißen, käsigen, am Lichte violet und endlich schwarz werdenden Niederschlag hervor, der sich in Ammoniak auflöst; selbst in sehr verdünnten Auflösungen zeigt sich durch dieses Reagens noch eine weiße opalisirende Färbung; Kupfer, Quecksilber, Phosphor, fällen das Silber metallisch. Silbersalze werden am Lichte geschwärzt.

369. Chlorsilber, Silberchlorid, AgCl, durch Fällung einer Silbersalzlösung mittelst Salzsäure oder Kochsalz (oder eines andern Chlormetalles), wobei es sich als eine weiße voluminöse Masse, dem frischen Käsetopfen ähnlich, ausscheidet. Es ist im Wasser vollkommen unlöslich, schmilzt in höherer Temperatur und erstarrt zu einer hornähnlichen Masse, daher dessen Name Hornsilber. Kochsalzlauge im heißen Zustande löset ein wenig Chlorsilber auf, auch concentrirte Salzsäure, woraus es beim Zusatze vom Wasser wieder gefällt wird; leicht und vollständig aber wird es aufgelöset durch caustisches Ammoniak. Durch Glühen wird es nicht zersetzt, auch nicht bei einem Zusatze von Kohle, wohl aber unter Bildung von Salzsäure, wenn Wasserdämpfe oder Wasserstoffgas über dasselbe im glühenden Zustande geleitet werden. Es wird ferner reducirt durch Eisen, Zink,

wenn dieselben mit der geschmolzenen Masse des Chlorsilbers in einer Schale unter angesäuertem Wasser in Berührung stehen, wobei sich Eisen- oder Zinkchlorid bildet; endlich wird das Silber auch metallisch daraus dargestellt durch Schmelzen mit kohlensauren Alkalien, indem diese zu Chloriden werden.

Chlorsilber wird am Lichte schwarz, in Folge der vor sich gehenden Reduction, daher auch, wenn man die geschwärzte Masse mit Ammoniak übergießt, nur zurückgebliebenes Chlorsilber aufgelöst wird, während metallisches Silber in fein vertheiltem Zustande ohne Glanz und mit schwarzer Farbe zurückbleibt. Man hat diese Eigenschaft benützt zur Anfertigung von photographischem Papier, wozu man dasselbe in einer Kochsalzlösung tränkt und dann mit einer salpetersauren Silberlösung mittelst eines breiten Haarpinsels auf der einen Seite überstreicht, wonach es im Finstern getrocknet und unter gleicher Vorsicht (z. B. zwischen Papier eingeschlagen und in eine Schublade u. dgl. gelegt) bis zum Gebrauche aufbewahrt wird.

Das Chlorsilber dienet zur Darstellung von reinem Silber nach einer der obigen Arten, zur kalten Versilberung, zur Analysirung des Roheisens; die gänzliche Unlöslichkeit des Chlorsilbers im Wasser benützt man auch bei analytischen Untersuchungen zur Bestimmung der Menge des Chlors in einem Chloride, wozu letzteres am besten mit Salpetersäure etwas angesäuert und dann mit salpetersaurer Silberlösung versetzt wird; der gut ausgewaschene Niederschlag wird getrocknet und endlich geschmolzen. Auf 100 Thle. Chlorsilber sind sodann 24.7 Chlor zu nehmen. Eben so kann umgekehrt der Gehalt an Silber aus demselben bestimmt werden.

Chlorsilber bildet mit Cyankalium ein Doppelhaloidsalz, welches krystallisirt erhalten wird, wenn man Chlorsilber in Cyankalium auflöst und abdampft. Es wird (unter Zusatz einiger anderer Stoffe) dargestellt zur sogenannten Contactversilberung (178.).

Jodsilber, eben so auch Bromsilber, bildet sich schon, wenn metallisches Silber den Dämpfen des Jods, des Broms ausgesetzt wird, als sehr dünner, für das Licht besonders empfindlicher Ueberzug an der Oberfläche desselben (Anwendung davon in der Daguerreotypie).

370. Salpetersaures Silberoxyd, Silbersalpeter, $\dot{A}g\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$. Es wird erhalten durch Auflösen von reinem Silber in Salpetersäure, was von großer Wärmeentwicklung und heftiger Entbindung von Salpetergas begleitet ist. Hat man kupferhaltiges Silber angewendet, so dampft man die Flüssigkeit zur Trockenheit ein, und schmilzt die erhaltene Masse einige Zeit, wodurch das salpetersaure Kupferoxyd zuerst zerstört wird, so daß

lösliches salpetersaures Silberoxyd und unlösliches Kupferoxyd (gemengt mit Silberoxyd, wenn die Zersetzung zu weit ging) zurückbleiben. Die heiße gesättigte Auflösung setzt beim Erkalten tafelförmige Krystalle ab, welche kein Krystallwasser enthalten, äußerst unangenehm metallisch schmecken, an der Luft unverändert bleiben, sich aber am Lichte schwärzen. Sie lösen sich in gleichen Theilen kalten, und in der Hälfte heißen Wassers auf, auch in 4 Thln. kochenden Alkohols. In erhöhter Temperatur schmelzen dieselben zu einer farblosen Flüssigkeit, die zu einer weißen krystallinischen Masse erstarrt; war jedoch die Hitze zu groß, so zeigt sie eine grauschwarze Farbe. Zum chirurgischen Gebrauche wird das geschmolzene Salz in feine dünne Stängelchen gegossen, Lapis infernalis, Höllenstein. — Eine Auflösung dieses Salzes ertheilt organischen Stoffen eine schwarze Farbe, die nicht weggewaschen werden kann; derlei Stoffe sind Haut, Haare, Elfenbein, Leinwand, selbst Steine, als: Achat u. dgl. Dieses Salz wirkt auch zerstörend auf thierische Gebilde, wozu es in fester Form in der Wundarzneikunst angewendet wird. Es ist ferner ein Mittel, die Fäulniß zu verhüten, Fleisch u. dgl. mit einer Auflösung desselben übergossen, erhält sich unverändert; Wasser, was nur $\frac{1}{12000}$ desselben enthält, geräth nicht in Fäulniß, wenn es noch so lange aufbewahrt wird; ein Paar Tropfen Kochsalzlösung schlagen, wenn es gebraucht werden soll, das Silber nieder.

Dieses Salz hat mehrfache Anwendung; es dient als Reagens zur Entdeckung der Salzsäure und des Chlors in den Lösungen der Chlormetalle (daher das gewöhnliche Prüfungsmittel des Salpeters), so wie zur Quantitätsbestimmung des Chlors, was aus dem gebildeten unlöslichen Chlorsilber (siehe dieses) geschehen muß; ferner zur Darstellung des folgenden Salzes, des Knallsilbers. Nebst dem gebraucht man es zur Erzeugung von photographischem Papier, zum Zeichnen der Wäsche (chemische Merktinte), zum Färben der Haare und als fäulnißwidriges Mittel, endlich in der Chirurgie, wie gerade gesagt wurde.

Zum Gebrauche der Merktinte auf Leinwand oder Baumwollenzeug bestreicht man vorher die zu bezeichnende Stelle mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron und beschreibt sie sodann nach dem Trocknen mit einer durch Gummi verdickten Lösung dieses Salzes, worauf man das Zeug eine Weile am Lichte, am besten in directem Sonnenlichte, liegen läßt. Das entstandene kohlensaure Silberoxyd wird zersetzt, und die dadurch schwarz gewordenen Züge können nun nicht mehr durch Wasser, Seife, alkalische Lösungen hinweggenommen werden; nur stärkere Säuren, die aber zugleich das Zeug zerstören, nehmen sie weg. Statt des kohlensauren Natrons wählt man auch Natrium- oder Bariumsulfurid.

Knallsaures Silberoxyd, Knallsilber, $\dot{Ag}\dot{\overline{Cy}}$, wird ganz nach derselben Vorschrift, wie es beim Knallquecksilber angegeben wurde, bereitet; nur ist es noch weit gefährlicher, als dieses. Das erhaltene weiße krystallinische Pulver wird mit Wasser abgespült und mit der größten Vorsicht getrocknet. Es explodirt durch Erhitzung, Schlag, Druck mit einem harten Körper und wenn es dem Sonnenscheine ausgesetzt war, selbst durch die leiseste Berührung; auch sind Fälle bekannt, wo dieses Präparat noch im feuchten Zustande und selbst unter der Flüssigkeit (durch Umrühren mit einem Glasstabe) zur Explosion kam. Es wirkt in den kleinsten Mengen zertrümmernd; wenig Grane schlagen durch die stärkste Bohle ein Loch, während in demselben Zimmer kein Fenster zu Grunde gehet, wie es durch eine Pulverexplosion erfolgen würde. Die Explosion desselben übertrifft die des Knallquecksilbers; denn während letzteres nur bei einem Schlage, wobei es zwischen den schlagenden Flächen eingeschlossen ist, einen heftigen Knall bewirkt, frei liegend aber, wenigstens in kleinen Portionen, nur mit einem puffenden Geräusche explodirt, verursachet auch die kleinste Menge Knallsilber, frei liegend, einen durchdringenden Knall. Das Knallsilber findet seiner außerordentlich großen Explosionsfähigkeit und Gefährlichkeit wegen, keine Anwendung zu Percussionszündungen; man bedient sich desselben nur zur Anfertigung von Knallfidibus, Knallerbsen u. dgl. Spielereien.

Das knallsaure Silberoxyd bildet mit Alkalien und Erden unter Ausscheidung von Silberoxyd Doppelsalze, die ebenfalls detoniren.

Durch Digestion von Silberoxyd mit Ammoniak erhält man ein schwarzes Pulver, Silberoxyd-Ammoniak, $\dot{Ag}+NH^3$, Knallsilber, welches ebenfalls durch den geringsten Stoß, Druck u. s. w., außerordentlich heftig explodirt.

371. Schwefelsilber, AgS, in der Natur als Silberglaserz, wird durch Zusammenschmelzen von Silber und Schwefel oder durch Zerlegung der Silbersalze mittelst Schwefelwasserstoffgases, als schwarzes Pulver erhalten. Das Schwefelwasserstoffgas ist auch die Ursache von dem Anlaufen des metallischen Silbers, was schon bei der geringsten Menge desselben mit gelblicher Farbe geschieht, die allmälich dunkler wird. Dieses ist der Fall mit silbernen Geräthen in Wohnungen, wo Schwefelwasserstoff in den Ausdünstungen der Menschen und Thiere enthalten ist, oder wo schwefelhaltige Steinkohlen verbrannt werden, oder wenn schlecht gereinigtes Beleuchtungsgas vor dem Anzünden unverbrannt ausströmt, oder wenn z. B. Löffel mit faulen Eiern u. dgl. schwefelhaltigen Stoffen in Berührung kommen.

372. **Legirungen.** Mit **Blei.** Silber und Blei lassen sich leicht durch Zusammenschmelzen vereinigen. Setzt man diese Legirung geschmolzen der Einwirkung des Sauerstoffes der Luft aus, so oxydirt sich das Blei und bildet eine Haut von geschmolzener Bleiglätte, die beim Capelliren sich in die Capelle einzieht, beim Treiben im Großen aber abgezogen wird; dieses Bleioxyd nimmt auch andere Metalloxyde auf, als: Kupferoxyd u. s. w. (Treibproceß, wodurch das Silber vom Bleie getrennt wird. Feinbrennen des Silbers, wobei das zuerst erhaltene Silber nochmals mit Blei abgetrieben wird). Auf der Leichtflüssigkeit der Legirung des Silbers mit Blei beruht die Entsilberung des silberhaltigen Kupfers, indem man Blei zusetzt, und nun silberhaltiges Blei mit wenig Kupfer durch Seigerung gewinnt, während eine schwer schmelzbare Legirung von Kupfer mit Blei und wenig Silber zurückbleibt. Das erhaltene silberhaltige Blei wird nun dem gerade erwähnten Treibprocesse unterworfen. Die Legirungen mit **Zinn**, mit **Wismuth** sind spröde und so wie auch die mit dem **Zinke** ohne technische Anwendung.

Die Verbindung des Silbers mit dem **Quecksilber**, welche sich auch natürlich vorfindet, wird dargestellt, wenn man glühende Silberkörner oder Blattsilber in heißes Quecksilber wirft, oder aus seiner Auflösung metallisch gefälltes Silber mit Quecksilber zusammenreibt. Die Consistenz des Silberamalgams ist nach Verhältniß des Quecksilbers starr, breiartig oder mehr oder weniger flüssig. Bei der Glühhitze verflüchtigt sich das Quecksilber gänzlich, worauf die Gewinnung des Silbers aus seinen Erzen durch Amalgamation, dann die Feuerversilberung sich gründet, zu welcher ein Amalgam von 1 Thl. Silber gegen 8 bis 10 Thle. Quecksilber genommen wird.

Mit **Kupfer.** Das Silber gewinnt durch die Verbindung mit dem Kupfer an Dehnbarkeit, Härte und Elasticität, daher man sich auch wegen der Weichheit und leichten Abnützung des feinen Silbers fast durchgehends des mit Kupfer legirten zur Anfertigung der verschiedenen silbernen Gegenstände, so wie der Münzen bedient.

Den Gehalt dieser Legirungen bezeichnet man auf die Weise, daß man die Anzahl Lothe reinen Silbers angibt, welche in einer Mark, d. i. in 16 Lthn. (zu 18 Grän) der Legirung enthalten sind. Die **feine Mark** enthält 16 Lth. Feinsilber. Die legirte Mark wird **rauhe** oder **beschickte Mark** genannt; so heißt das Silber 12löthig, wenn es in der Mark 12 Lth. feines Silber und 4 Lth. Kupfer enthält u. s. w. In der österreichischen Monarchie werden zwei Sorten sogenanntes **Probesilber** (deren Feinsilber-

gehalt durch einen ämtlichen Stämpel verificirt ist) verarbeitet, nämlich 13 und 15löthiges. — Bei den Münzen bezeichnet man mit dem Ausdrucke, Korn, den Gehalt an Feinsilber, während das Wort Schrot, ihr absolutes Gewicht bezeichnet. So beträgt das Korn der österreichischen

Zehnkreuzerstücke	8 Lth.,			
Zwanzig»	»	9	» 6 Gräne,	
Thaler	»	13	» 6	» u. s. w.

Man untersucht das mit Kupfer legirte Silber auf seinen Feingehalt durch Vergleichung der Farbe des Striches mit demselben auf dem Probirsteine (lydischer Stein, ein glattgeschliffener Kieselschiefer) mit der Farbe der Striche, die durch genau legirte Probirnadeln gemacht werden, welch letztere durch Schmelzen von Silber und Kupfer in allen Verhältnissen erzeugt werden. Diese Methode, die sehr viel Uebung im Auge und in der Hand erfordert, gewährt nicht hinlängliche Genauigkeit, so wie man auch das Abtreiben auf der Capelle nicht für vollkommen zuverlässig ansieht. Ein anderes Verfahren besteht darin, den Silbergehalt aus der Menge der Kochsalzlösung von bekannter Concentration auszumitteln, welche zur Präcipitation des in der Legirung enthaltenen Silbers nothwendig ist; zu diesem Zwecke wird das zu untersuchende Silber in Salpetersäure gelöst, und die erhaltene Lösung durch eine in bestimmtem Maße verdünnte Kochsalzlösung gefällt, die Menge des Niederschlages aber nicht direct wie gewöhnlich durch Wägen bestimmt, sondern durch die Menge der verbrauchten Kochsalzlösung, welche zu diesem Zwecke aus einem graduirten Gefäße zugegossen wird, und zu der in einer Tabelle die erforderliche Menge des Silbers, die zur Verbindung nothwendig ist, sich ersehen läßt (Gay-Lussac's Probe). Durch einen zu reichlichen Zusatz an Kupfer erhält das Silber einen Stich ins Röthliche.

Silberne Geräthe werden durch das sogenannte Weißsieden oberflächlich entkupfert. Zu diesem Zwecke kocht man dieselben in einer Auflösung von Weinstein und Kochsalz zu gleichen Theilen, oder auch in sehr verdünnter Schwefelsäure, wodurch das entstandene bräunliche Kupferoxyd an der Oberfläche aufgelöst wird und das Silber mit seiner weißen Farbe mehr zum Vorscheine kommt.

Das Versilbern der Metalle, des Kupfers, Messings, der Bronce, geschieht mittelst des erwähnten Silberamalgams, welches auf die mechanisch und chemisch möglichst gereinigte, dann mit Quickwasser (eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd) bestrichene Oberfläche des zu versilbernden Metalles gleichförmig aufgetragen wird, wonach dasselbe

unter einem gut ziehenden Rauchfange oder in einem Ofen mit einer zur Condensirung der Quecksilberdämpfe eingerichteten Vorrichtung geglüht wird. Die Wiederholung des Verfahrens macht die Versilberung dicker (heiße oder Feuerversilberung). Statt des genannten Amalgams reibt man auch einen mit Wasser angemachten Brei von 4 Salmiak, 4 Kochsalz, ¼ Quecksilbersublimat und einem Thle. von durch Kupfer gefälltem Silber auf die Oberfläche ein, wodurch dieselbe einen Ueberzug von Silberamalgam erhält, aus dem durch Glühen das Quecksilber ausgetrieben wird. Eisen wird zu diesem Behufe früher mit einem Häutchen von Kupfer durch Eintauchen in einer Kupfervitriollösung überzogen. Auf kaltem Wege werden Metalle, wie die obgenannten, versilbert, wenn sie, nachdem ihre Oberfläche gebeizt wurde, in eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyde eingetaucht werden, und das niedergeschlagene Silberhäutchen durch Ausglühen befestiget wird, oder wenn man sie in einer Auflösung von 1 Chlorsilber, 16 reinem Weinstein und 16 Kochsalz ungefähr ¼ Stunde in einem irdenen Gefäße siedet (nasse Versilberung); auf kaltem Wege kann Messing auch trocken versilbert werden, wenn man die Oberfläche desselben mit einem Gemenge von 1 frisch gefälltem Chlorsilber, 3 gereinigter Pottasche, 1 geschlemmter Kreide und 1 Kochsalz feucht einreibt; diese Methode wird besonders für Scalen auf mathematischen und physikalischen Instrumenten angewendet. Die angegebenen Zahlenverhältnisse erlauben jedoch mannigfache Abänderung. — Die Versilberung auf galvanischem Wege und das Plattiren des Kupfers wurde bereits erwähnt.

Das Silber kommt in der Natur gediegen, doch nur in sehr geringen Quantitäten vor; meistens findet es sich als Schwefelsilber andern Metallen beigemischt, besonders dem Schwefelbleie und Schwefelkupfer. Von dem Bleie, welches auf eine der bei diesem Metalle angeführten Methoden aus dem Bleiglanze dargestellt worden ist, trennt man das Silber durch Abtreiben, indem man das silberhaltige Blei auf Herden der Flamme eines angebauten Windofens aussetzt, wodurch das Blei als Bleiglätte durch eine eigene Rinne abfließt. Gegen das Ende des Processes, wo das Blei immer silberreicher und strengflüssiger wird, verstärkt man das Feuer, bis das in der vertieften Mitte des Herdes (in der Spur) sich ansammelnde Silber blickt, d. i. die Oberfläche des Silbers zeigt die Regenbogenfarben und wird gleich darauf klar und spiegelglänzend. Dieses so erhaltene Blicksilber wird, um das Kupfer vollends abzutreiben, fein gebrannt, indem es unter neuem Zusatze von Blei, nochmals dem Oxydationsfeuer ausgesetzt wird, bis noch ein zweites Blicken des Silbers deutlich hervortritt, Feinsilber, auch Capellensilber (von dem kleinen Herde, auf dem das zweite Abtreiben, Capelle oder Test genannt, geschieht) oder Brandsilber, wenn es durch Umschmelzen mit Salpeter gereiniget wird. — Sind Kupfererze auf Silber zu benützen, so wird dem auf gewöhnliche Weise dar-

gestellten Kupfer die vierfache Menge Blei zugeschmolzen. Diese Legirung wird sodann auf einem Herde erhitzt, in dessen Boden sich eine Spalte befindet. Das Blei schmilzt mit dem Silber verbunden durch die Spalte (Seigergasse) ab, das Kupfer bleibt als poröse Masse zurück (Kienstock). Die ausgeseigerte Masse wird wie oben behandelt.

Bei sehr silberarmen Erzen wird das sogenannte Amalgamationsverfahren angewendet. Die so mit einander gemengten Erze, daß das Ganze einen Gehalt von 7½ bis 8 Loth Silber auf den Centner enthält, werden mit Kochsalz versetzt und geröstet. Das vollkommen geröstete, dann gepochte und fein gemahlene Erz wird mit Wasser, Eisen und Quecksilber gemengt, in eigenen Fässern 14 bis 16 Stunden lang in steter Bewegung erhalten. Das hiebei erhaltene Amalgam wird durch Auspressen in Säcken von Zwillich vom überflüssigen Quecksilber befreit, und dann in eigenen Vorrichtungen der Destillation unterworfen, wobei das Quecksilber überdestillirt und das Silber als poröse Masse mit den übrigen Metallen verunreinigt zurückbleibt, und daher durch nochmaliges Umschmelzen gereinigt wird.

14. Gold.

373. Das Gold, Aurum, Au, charakterisirt sich durch seine eigenthümliche hochgelbe Farbe, und durch sein großes specifisches Gewicht (dessen Dichte beträgt 19.4 bis 19.6). Es erlangt durch Poliren einen starken Glanz, ist nicht sehr elastisch, daher wenig klingend, hat geringe Härte, in welcher Beziehung es dem Silber nachsteht, dem Zinne aber vorangeht. Durch Bearbeitung wird Härte und Festigkeit in bedeutendem Grade vermehrt, aber auch Sprödigkeit hervorgerufen, die durch Ausglühen gehoben werden kann. Das Gold ist das geschmeidigste aller Metalle.

Ein Gran Gold läßt sich zu einem 500′ langen Drahte ausziehen und zu Blättchen von $\frac{1}{200000}$″ Dicke ausschlagen (diese Dicke läßt sich aus dem Gewichte eines Blättchens von bekannter Fläche und aus dem specifischen Gewichte des Goldes bestimmen). Der Goldüberzug auf den vergoldeten Silberdrähten ist noch viel dünner. — Ein 2′ langer Draht von 0.3‴ im Durchmesser trägt ungefähr 16½ Pf., ehe er zerreißt.

Das Gold schmilzt nach Daniell's Angabe bei 877°, wobei es mit meergrüner Farbe leuchtet; beim Erstarren zieht es sich beträchtlich zusammen, und in nicht gewärmte Formen gegossen, wird es spröde. In einer durch Ofenfeuer erzeugten Hitze ist es nicht flüchtig, wohl aber in der Knallgasflamme oder wenn man durch dasselbe in Form von Draht oder Blattgold eine elektrische Batterie entladet, wo es als Rauch davon gehet, und als purpurfärbiger Staub an andern Körpern sich ansetzt (Gold im fein vertheilten metallischen, nicht im oxydirten Zustande). Das Gold verliert weder unter den gewöhnlichen Umständen, noch in der erhöhten Temperatur

seinen Glanz, widersteht daher vollkommen der Einwirkung von Luft und Wasser (aus welcher Ursache man auch andere Metalle vergoldet, nicht nur, um ihnen die Farbe des Goldes zu geben, sondern auch, um sie vor dem Rosten zu bewahren, z. B. die Spitzen der Blitzableiter). Eben so sind Säuren und Alkalien ohne Wirkung auf dasselbe. Das gewöhnliche Auflösungsmittel des Goldes ist Chlor, das in der Form als Königswasser angewendet wird.

374. Das Gold hat zwei Oxydationsstufen, ein Oxydul, $\dot{A}u$, und Oxyd, $\dddot{A}u$, welche, wie aus dem gerade Gesagten folgt, nicht auf einem directen, sonst gewöhnlichen Wege dargestellt werden, sondern nur durch Behandlung der zwei entsprechenden Chlorverbindungen mit andern Basen. Von dem erstern, dem Goldoxydule, sind keine Salze bekannt, und auch das Oxyd hat fast gar keine basischen Eigenschaften, sondern vertritt oft die Stelle einer Säure.

Eine Verbindung von Goldoxyd mit Ammoniak ($\dddot{A}u + 2NH^3 + aq$) bildet **Knallgold**; es wird wie das entsprechende Knallsilber dargestellt, ist ein gelbbraunes Pulver, im Wasser und Alkohol unlöslich, explodirt äußerst heftig beim Reiben, Stoßen oder Erhitzen über die Siedhitze des Wassers.

Goldchlorid, $AuCl^3$, durch Auflösen des Goldes in Königswasser. Durch Abdampfen dieser Auflösung erhält man gelb gefärbte Krystalle, als eine Verbindung von Salzsäure mit Goldchlorid, die an der Luft sehr zerfließlich sind; setzt man das Abdampfen bis zum Beginne der Chlorentwicklung fort, so erhält man das reine Goldchlorid von dunkelrother Farbe, ebenfalls zerfließlich, im Wasser, Alkohol, Aether auflöslich, organische Substanzen, z. B. Haut, Nägel u. dgl., purpurroth färbend. Die Auflösung entmischt sich am Tageslichte, indem sich allmälich metallisches Gold absetzt. Durch viele Metalle, durch Oxydule und Chlorüre, endlich durch organische Säuren wird das Gold aus seiner Auflösung reducirt. Auch durch die Hitze wird das Goldchlorid zersetzt, indem es (beim Schmelzpunkte des Zinnes) zuerst in Chlorür und endlich in den metallischen Zustand zurückkehrt. Das **Goldchlorür** zerfällt durch Wasser in Chlorid und metallisches Gold.

Schwefelsaures Eisenoxydul bewirkt in der Goldchloridauflösung einen dunkelbraunen Niederschlag von metallischem Gold, Kleesäure eine grünlich schwarze Färbung, wonach sich Gold in Blättchen absetzt. — Wird die Goldchloridlösung mit einer Auflösung, worin Zinnchlorid und Chlorür gemengt ist, versetzt, so fällt ein purpurrothes Pulver zu Boden, **Cassius Goldpurpur**, eine Verbindung von Goldoxyd mit dem Zinnpräparate, worüber die Ansichten nicht vollkommen übereinstimmen. Zur Darstellung desselben gibt es verschiedene Vorschriften. Er dient als ausgiebiges Pigment in der Glasmalerei (Rubinglas).

375. Legirungen. Das Gold läßt sich mit den meisten Metallen zusammenschmelzen. Von diesen Legirungen sind vorzüglich die mit dem Kupfer und Silber von Wichtigkeit. So wie nämlich das Silber für gewöhnlich nie rein verarbeitet wird, so hat man um so mehr Grund, auch dem Golde einen Zusatz zu geben, theils, weil es für sich, als zu weich, der Abnützung zu sehr unterworfen ist, als auch wegen seines großen Werthes. Der Zusatz ist beträchtlich und besteht in Kupfer (rothe Karatirung) oder in Silber (weiße Karatirung) oder in Kupfer und Silber (gemischte Karatirung). Die Farbe des legirten Goldes wird desto röthlicher, je mehr es Kupfer, und desto blaßgelber (blaß grünlichgelb), je mehr es Silber enthält. Durch die Karatirung wird das Gold leichtflüssiger, gewinnt an Festigkeit und Elasticität, so wie an Härte, ist daher der Abnützung nicht so unterworfen; es verliert aber seine große Geschmeidigkeit, so daß dessen Bearbeitung nur unter der Bedingung des Ausglühens fortgesetzt werden kann. Der Gehalt an reinem oder feinem Golde wird durch die Anzahl Karate und Gräne in einer Mark angegeben; die Mark Gold wird in 24 Karate und der Karat in 12 Gräne ($\frac{1}{288}$ der Mark) eingetheilt. In Oesterreich werden drei gesetzlich bestimmte Sorten dieser Legirung verarbeitet. Probegold Nr. 1 enthält 7 Karat und 10 Grän Gold, daher 16 Karat und 2 Grän Kupfer; es heißt auch Thalergold, da das Gewicht eines Dukatens desselben 1 fl. 30 kr. werth ist. Probegold Nr. 2 von 13 Karat und 1 Grän; das Gewicht eines Dukatens kostet 2 fl. 30 kr. Probegold Nr. 3 von 18 Karat 5 Grän, im Werthe von 3 fl. 30 kr. für das Gewicht eines Dukatens. Der Gehalt des österreichischen Dukatens an Feingold ist 23 Karate 9 Gräne, der des holländischen Dukatens 23 Karate 7 Gräne.

Zu kleineren Arbeiten wird auch, nach Uebereinkunft des Bestellers und Verfertigers 6karatiges und selbst schlechteres Gold angewendet, wo man sodann dem äußeren Ansehen durch Vergolden nachzuhelfen genöthigt ist. Die weiße Karatirung wird besonders dort angewendet, wo Gold von verschiedener Farbe zu Verzierungen auf Goldarbeiten gewünscht wird; z. B. blaßgelbes Gold aus 1 Gold und 2 Feinsilber, grünes Gold aus 2 bis 3 Gold und 1 Silber u. s. w. Die gemischte Karatirung dient ihrer Leichtflüssigkeit wegen als Goldloth. Fertige Goldwaaren werden zur Erlangung einer schönen Goldfarbe in einer Auflösung von 2 Salpeter, 1 Kochsalz und 1 Alaun gesotten, wodurch an der Oberfläche ein Theil Kupfer entfernt, und eine äußerst dünne Haut metallischen Goldes niedergeschlagen wird.

Das Gold wird wie das Silber durch Streichen auf dem Probirsteine und Vergleichen des Striches mit jenem, der nach den verschiedenen Kara-

tirungen erzeugten Probnadeln untersucht. Auch hier gilt das beim Silber Gesagte. — Andere Mittel, den Gehalt an Gold zu bestimmen, sind das Abtreiben mit Blei und die Scheidung auf nassem Wege durch Salpetersäure, was insbesondere für die weiße Karatirung gilt. Im letzteren Falle muß die Legirung wenigstens 3 Thle. Silber auf 1 Thl. Gold enthalten, weil durch ein größeres Verhältniß von Gold das Silber vor dem Angriff der Salpetersäure geschützt wird; ist weniger Silber vorhanden, so muß das fehlende dazu geschmolzen (das Gold muß quartirt) werden (Scheidung durch die Quart.)

Goldamalgam, welches wie das entsprechende Silberamalgam zum Vergolden von Bronce u. s. w. verwendet wird, bereitet man, indem dünn ausgewalztes und geschnittenes Gold in einem Tiegel zum schwachen Rothglühen erhitzt, und sodann ungefähr das achtfache Gewicht an Quecksilber zugegossen wird. Das gut umgerührte Amalgam gießt man in kaltes Wasser, um das Krystallisiren zu vermeiden (wodurch das gleichförmige Auftragen desselben verhindert wird), wonach man durch Pressen das überflüssige Quecksilber entfernt. Man bedient sich des Goldamalgams zur Feuervergoldung von Silber, Kupfer, Bronce, welch letzterer man schon durch das Verhältniß der Bestandtheile eine goldähnliche Farbe zu geben sucht. Die Feuervergoldung, welche übrigens wie die entsprechende Feuerversilberung ausgeführt wird, ist gegenwärtig durch die auf galvanischem Wege bewerkstelligte Vergoldung (178.) entbehrlich gemacht worden. Die kalte Vergoldung, welche man vorzüglich auf Silber, auch auf Messing anwendet, erhält man auf folgende Art: Man benetzt Leinwandlappen mit einer Auflösung von Gold in Königswasser, trocknet und verbrennt sie sorgfältig zu Zunder (ein Gemisch von höchst fein vertheiltem Gold und Kohle). Mit diesem Gemische reibt man sodann mittelst eines mit Essig oder Salzwasser benetzten Korkes die gereinigte und polirte Fläche des Metalles, bis sie ganz mit Gold überzogen ist. Diese Vergoldung ist keineswegs so dauerhaft als die Feuervergoldung. Eisen und Stahl werden zum Behufe der Vergoldung mit einem Ueberzuge von Kupfer versehen, und dann mit einer Auflösung von Goldchlorid in Aether überstrichen. — Die Plattirung des Kupfers wurde bereits (344.) angeführt.

Die sogenannten Golddrähte zur Verfertigung der Goldborden, Goldstickereien u. dgl. sind eigentlich vergoldete Silberdrähte. Ein Silbercilinder wird vergoldet, daß die Goldschichte die verlangte Stärke hat, dann auf dem Drahtzuge zu den feinsten Fäden ausgezogen, diese geplättet, über Seidenfäden gesponnen u. s. w.

Das Gold kommt in der Natur nur gediegen vor. Es wird im Sande vieler Flüsse gefunden, aber auch mit mehren andern Metallen, und mit Kiesen in Verbindung; nicht selten ist es in der Gangart nur fein eingesprengt. Es wird durch Schlemmen von der Gangart geschieden, zu welcher Operation das Gold sich seines großen specifischen Gewichtes wegen, besonders eignet. Kommt es mit andern Metallen vor, so wird es entweder mit Quecksilber durch das Amalgamationsverfahren oder mit Blei durch den Seigerungsproceß gewonnen. Von dem Silber trennt man es auf nassem Wege (Scheidung durch die Quart), durch Digeriren mit Salpetersäure, wie oben (375). In neuerer Zeit wird kupferhaltig goldiges Silber mit concentrirter Schwefelsäure behandelt; Kupfer und Silber werden hiebei aufgelöst, das rückständige Gold wird gewaschen und eingeschmolzen, das Silber aus der Auflösung von schwefelsaurem Silber- und Kupferoxyd durch metallisches Kupfer reducirt, und der ebenfalls mit Wasser gewaschene Silberstaub zusammengeschmolzen.

15. Platin.

376. Das **Platin**, Pt, wenn es durch Schmelzen oder Schmieden in Form einer compacten Masse dargestellt ist, hat eine weiße, zwischen der des Stahles und Silbers stehende Farbe, nimmt durch Poliren keinen so großen Glanz an, wie das Silber, hat auch nur geringe Elasticität. Es ist der schwerste unter allen Naturkörpern; seine Dichte ist im Mittel 21.5. Reines Platin steht an Härte dem Silber nach; durch eine geringe Beimengung von Iridium jedoch, wie es gewöhnlich vorkommt, wird es härter, so daß es sodann zwischen dem Kupfer und Schmiedeisen steht, auch ist seine Zähigkeit in diesem Zustande größer, als wenn es ganz rein ist (beinahe so groß, als die des Eisens). Es ist besonders im reinen Zustande sehr geschmeidig; aber auch das gewöhnliche läßt sich noch zu sehr dünnen Blättchen schlagen (wenn auch nicht so fein als Gold und Silber) und besonders zu sehr dünnen Drähten von $\frac{1}{1940}''$ im Durchmesser ziehen. Durch Erhitzung dehnt sich dieses Metall unter allen übrigen am allerwenigsten aus (von 0 bis 80° um 0.00086). — In starker Weißglühhitze wird es so weich, daß es sich schweißen läßt (jedoch minder leicht, als Schmiedeisen); schmelzbar ist es jedoch nicht im gewöhnlichen Ofenfeuer, sondern nur in den besondern Mitteln, als: Knallgasgebläse u. s. w.

Das Platin widersteht nicht nur der Einwirkung der Atmosphäre, indem es weder unter den gewöhnlichen Umständen anläuft, noch in der Glühhitze oxydirt wird, sondern es sind auch viele der andern gewöhnlichen Reagentien ohne Wirkung auf dasselbe, als Salpetersäure, Salz-

säure, Schwefelsäure; auch Schwefelwasserstoffgas, wodurch Silber geschwärzt wird, ist ohne Einfluß auf dieses Metall. Es gleicht hierin dem reinen Golde, und wird wie dieses von Chlor und chlorhaltigen Flüssigkeiten (Königswasser) aufgelöst. — Durch die Einwirkung ätzender Alkalien, wenn sie in Berührung mit Platin geschmolzen gehalten werden, wird es, jedoch langsam, durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft, oxydirt.

Der oben erwähnte compacte Zustand, in welchen das Platin durch Schmelzen oder Schmieden gebracht wird, ist aber nicht der einzige, in dem es metallisch vorkommt, sondern es erscheint auch als poröse Masse, Platinschwamm, oder im Zustande der feinsten Vertheilung, Platinmohr.

Der Platinschwamm, schwammiges Platin, ist eine aschgraue, glanzlose, poröse und leicht zerreibliche Masse; er hat die merkwürdige Eigenschaft, die Verbindung brennbarer Gase mit Sauerstoff so energisch zu vermitteln, daß er selbst dadurch ins Glühen kommt, und hiedurch das Gasgemenge entzündet. Hierauf gründet sich seine Anwendung zu den Platinfeuerzeugen, zu eudiometrischen Untersuchungen, wo man das schwammige Platin mit Thon menget, um die energische Verbindung zu verlangsamen, und ohne Explosion vor sich gehen zu lassen. Diese Eigenschaft besitzt das Platin wohl auch in Form von dünnem Draht und Blech, wenn es eine reine Oberfläche hat, jedoch nur im geringen Grade, daher es dazu früher erwärmt werden muß. Dagegen findet sie in einem um so ausgezeichneteren Grade statt, wenn sich das Platin im Zustande der feinsten Vertheilung befindet, wie es im Platinmohr oder Platinschwarz der Fall ist, wo es in Gestalt eines schwarzen, stark abfärbenden Pulvers erscheint. In diesem Zustande ist es nicht nur fähig, brennbare Gase, wenn sie mit Sauerstoff gemengt demselben dargeboten werden, zu entzünden, sondern es kann durch den Umstand, daß es im Contacte mit der atmosphärischen Luft Sauerstoff in sich verdichtet, und an andere Stoffe, die mit demselben in Berührung kommen, wieder abgibt, Alkohol durch Oxydation in Essigsäure verwandeln, und andere ähnliche Wirkungen hervorbringen; wobei durch die fortgesetzte Absorption des Sauerstoffes aus der Luft der Proceß so lange fortdauert, als diese Substanzen in unmittelbarer Berührung mit dem Platinpräparate sind. Alkohol auf Platinschwarz getropft, entzündet sich, das Platin selbst kommt dabei ins Glühen. Die Menge des Sauerstoffes, die durch die absorbirende Kraft des Platinschwammes verdichtet wird, ist so groß, daß sie selbst einer Kraft von einem 700fachen Atmosphärendrucke entspricht.

Die Darstellung des Platinschwammes geschieht aus dem Platinsalmiak, der als gelber Niederschlag aus einer Platinchloridlösung mittelst Salmiaks erhalten wird (doppeltes Haloidsalz $PtCl^2 + NH^4Cl$). Dieser nur in geringer Menge im Wasser lösliche Niederschlag wird beim Glühen vollständig zersetzt, indem alle Bestandtheile sich daraus verflüchtigen, und nur Platinmetall in dem erwähnten porösen Zustande zurückbleibt. — Zur Darstellung des Platinmohrs erhitzt man eine Platinchlorürlösung mit Kali, und setzt zur klaren Flüssigkeit, unter Umrühren, nach und nach Alkohol zu. Es erfolgt ein starkes, von entwickelter Kohlensäure herrührendes Aufbrausen, und metallisches Platin fällt als jenes schwarze Pulver zu Boden. Man reiniget das erhaltene Präparat auf die Art, daß man es der Reihe nach mit Weingeist, Salzsäure, Kali und endlich 4 bis 5mal mit destillirtem Wasser auskocht. Beim Austrocknen muß Berührung organischer Substanzen vermieden werden. Nebst dieser gibt es noch viele andere Vorschriften zu dessen Darstellung.

377. Mit dem Sauerstoffe bildet das Platin ein Oxydul und ein Oxyd, welche, wie die Goldoxydationsstufen, nur auf demselben indirecten Wege dargestellt, und durch bloße Erhitzung wieder reducirt werden. Beide Oxydationsstufen sind Basen und bilden Salze. — Die Oxydulsalze sind von geringem Interesse; die Oxydsalze werden durch Schwefelwasserstoffgas schwarz gefällt, der Niederschlag aber löset sich in Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium wieder auf. Durch Chlorkalium und Salmiak (nicht durch Chlornatrium) werden sie aus ihrer Auflösung mit gelber Farbe als doppelte Haloidsalze gefällt (siehe Platinchlorid).

Platinchlorid, $PtCl^2$. Das Platin löset sich im Königswasser zu einer rothbraunen, organische Stoffe, als: Nägel, Haut u. dgl. roth färbenden Flüssigkeit auf. Diese Platinauflösung, welche beim Abdampfen dunkelbraunes wasserfreies Platinchlorid gibt, ist im Wasser, Alkohol und Aether löslich. Beim Erhitzen bis 180° entweicht daraus die Hälfte des Chlors, und es bleibt grünlich graues, im Wasser unlösliches Platinchlorür, $PtCl$, zurück, das bei gesteigerter Hitze den ganzen Chlorgehalt abgibt und metallisches Platin zurückläßt. — Platinchlorid bildet mit den Chloriden der alkalischen und erdigen Radicale doppelte Haloidsalze. Da das Kaliumplatinchlorid im kalten Wasser nur sehr wenig, im Alkohol ganz unlöslich, das Natriumplatinchlorid hingegen ein lösliches Salz ist, so dienet die alkoholische Auflösung des Platinchlorids als empfindliches Reagens zur Unterscheidung des Kali und der Kalisalze von dem Natron und dessen Salzen, wenn die Abwesenheit des Ammoniaks früher dargethan ist, mit

dem es ein eben so gelb gefärbtes, sehr schwer lösliches Doppelsalz, den Platinsalmiak gibt, welcher im Falle eines Iridiumgehaltes eine ins Ziegelrothe gehende Farbe hat, und durch Erhitzung nach Verflüchtigung aller andern Bestandtheile, Platin in schwammiger Form zurückläßt. Umgekehrt dienen Salmiak und Chlorkalium zur Entdeckung des Platins in irgend einer Lösung.

Platinchlorid dient zur Darstellung aller andern Platinpräparate, so wie des metallischen Platins selbst, wozu das schwammige Platin fein zerrieben in einer cilindrischen Form mittelst eines gut passenden Stempels fest zusammengepreßt wird; die daraus hervorgehenden niedern Cilinder oder Scheiben, die wohl ein dichtes Ansehen, aber keinen Zusammenhang haben, werden einer heftigen Weißglühhitze (in einem Porzellanofen während der Dauer eines Brandes) ausgesetzt, wodurch die Metalltheilchen einander näher treten und sich so innig vereinigen, daß diese Scheiben mit einer Zange gefaßt, und durch Hämmern in solide Stücke zusammengeschweißt werden können.

Platin gibt mit Phosphor eine leichtflüssige, mit Silicium eine spröde Legirung, woraus die unten angegebenen Vorschriften für Platintiegel u. dgl. folgen.

378. Unter den Legirungen des Platins ist die aus 7 Platin, 16 Kupfer und 2 eisenfreiem Zink bemerkenswerth, da sie dem 16karatigen Golde an Farbe sehr ähnlich ist, und sich durch sehr große Dehnbarkeit und Unveränderlichkeit an der Luft auszeichnet. — Mit Quecksilber verbindet es sich im compacten Zustande nicht, wohl aber amalgamirt sich Platinschwamm in Berührung mit demselben. — Auch mit mehren andern Metallen verbindet sich das Platin leicht und die Verbindung ist selbst von Feuererscheinung begleitet. So steigern Blei, Antimon, Zinn, wenn sie mit Platin hinlänglich erhitzt werden, die Temperatur im Augenblicke der Vereinigung bis zum völligen Weißglühen. — Durch die geringe Beimischung von Iridium, was bei der Darstellung des Platins nur schwer zu entfernen und daher im Platin gewöhnlich zu finden ist, wird es nur härter und fester, mithin brauchbarer. Das Ueberziehen anderer Metalle mit Platin, Verplatinirung, nach einer, beim Vergolden oder Versilbern beobachteten Art oder auf galvanischem Wege, kommt, so wie das Plattiren des Kupfers mit Platin nur selten vor.

Das Platin würde sich vermöge seiner Eigenschaften zur Bearbeitung und Anwendung in allen jenen Fällen eignen, wo man sich des Goldes bedient, um so mehr, da sein Preis nur etwa den dritten Theil von dem des Goldes oder ungefähr den 4 bis 5fachen von dem des Silbers beträgt; allein seine, der des Silbers weit nachstehende Farbe, ist wenig geeignet,

es als Gegenstand des Schmuckes angenehm zu machen, auch erschwert die Unschmelzbarkeit desselben die Bearbeitung. — Die Anwendung desselben beschränkt sich daher vorzüglich auf wissenschaftliche und chemisch technische Zwecke. Man verfertigt daraus Blech, Draht, Pincetten, Löffelchen, Löthrohrspitzen, Schalen und Tiegel für chemische Laboratorien, wozu man auch plattirtes oder auf einem andern Wege mit Platin überzogenes Blech nimmt. Man erzeugt ferner Destillirblasen für Schwefelsäurefabriken, auch hat man die Zündlöcher für kostspielige Gewehre in eingesetzte Platinstücke gebohrt. In Rußland hat man auch Münzen aus Platin geprägt. Endlich dient das Platin noch in reinem Zustande, und mit Gold in jedem Verhältnisse von 1 bis 100 zusammengeschmolzen als Index für die Prinsep'sche Pyrometerscale. — Platinschwamm wird benützt zu Platinfeuerzeugen, als eudiometrisches Mittel und so wie Platinmohr zu einigen andern chemischen Processen.

Aus den Eigenschaften des Platins geht hervor, daß man in Platintiegeln und derlei Geräthen nicht Substanzen glühen darf, die Chlor entwickeln; eben so auch nicht Kali, Natron durch eine längere Zeit, weil sich durch deren disponirende Einwirkung das Platin auf Kosten der Luft oxydirt und mit dem Alkali verbindet. Ferner muß man vermeiden, Metalle darin zu schmelzen, die sich mit demselben legiren könnten, oder deren Oxyde, weil durch hineingefallene Kohlenstückchen eine Reduction des Oxydes und Bildung der leichtflüssigen Legirung mit Platin, mithin eine Durchlöcherung des Tiegels erfolgen könnte. Dasselbe gilt für diejenigen Verbindungen, aus welchen auf die gerade angeführte Weise Phosphor reducirt werden könnte, so wie selbst, um die stellenweise Bildung von sprödem Kieselplatin zu verhindern, die Berührung des Tiegels mit der als Brennmateriale dienenden Kohle vermieden werden muß. — Kleine Risse können mit schwammigem Platin ausgebessert werden, doch taugen solche Tiegel nicht mehr im starken Feuer.

379. Das Platin findet sich in der Natur in dem sogenannten rohen Platin, Platinerz (in Südamerika und am Ural) in Körnern, von der Größe eines feinen Sandes bis zu der einer Erbse, zuweilen aber in noch viel größeren Stücken. Es enthält in diesem Zustande nicht unbeträchtliche Beimischungen von Eisen, Kupfer, sodann von Palladium, Iridium, Rhodium und Osmium. — Die Darstellung des Platins aus diesem Erze, besonders wenn es im Zustande völliger Reinheit abgeschieden werden soll, geschieht durch einen sehr weitläufigen Proceß, welcher darauf hinausläuft, das Platin in dem porösen Zustande, als Platinschwamm zu erhalten, der sodann vermöge der Schweißbarkeit nach dem Vorhergehenden in eine compacte Form gebracht wird.

Im Jahre 1741 wurde es zuerst nach Europa gebracht.

Palladium, Rhodium, Iridium und Osmium, diese vier das Platin in seinen Erzen begleitende Metalle wurden im Jahre 1803, erstere beide von Wollaston, letztere von Tennant entdeckt. Sie sind äußerst strengflüssig; Iridium soll sogar im Knallgasgebläse nicht schmelzen, sondern nur im Deflagrator geschmolzen worden sein. Das Oxyd des Osmiums ist flüchtig. Sie sind ohne Anwendung in der Technik. Nur das Palladium, welches in seinen Eigenschaften dem Platin sehr nahe kommt, hat man bei Meßinstrumenten für den Seedienst einigemal versuchsweise angewendet, um auf denselben die feinen Theilungen anzubringen, da es nicht wie Silber an der Seeluft anläuft. Iridium ist die gewöhnliche Beimischung des Platins, die nur schwer zu entfernen ist, übrigens nicht schadet, sondern demselben mehr Härte und Festigkeit, mithin Brauchbarkeit ertheilt, wie beim Platin gesagt wurde.

Von eben so geringer Wichtigkeit sind auch die folgenden, nur sehr selten in der Natur vorkommenden Metalle, als:

Cer (im J. 1803) — Lanthan (im J. 1839) — Didym (im J. 1842 entdeckt). Diese drei Metalle zeigen eine so große Aehnlichkeit in ihrem chemischen Verhalten, daß man Gemenge ihrer Verbindungen, z. B. ihrer Oxyde, für eine Zusammensetzung eines einzigen Metalles hielt; das Atomengewicht derselben ist auch aus dieser Ursache nicht mit hinlänglicher Sicherheit ausgemittelt.

Uran.

Tellur.

Titan, als Titaneisen in der Natur vorkommend (titansaures Eisenoxydul), daher auch in Roheisen, das aus solchen Erzen erblasen wird, enthalten; ein kupferrothes, sehr strengflüssiges Metall.

Tantal.

Wolfram oder Tungsteinmetall, auch Scheel genannt; nach dem Platin und Gold das schwerste Metall; dessen Dichte ist 17.4.

Molybdän; dessen in der Natur vorkommende Schwefelverbindung ist das bekannte Wasserblei.

Vanadium, welches im Jahre 1830 in den beim Frischen des Eisens fallenden Schlacken von Seefström entdeckt wurde.

Sowohl diese Metalle selbst, als auch ihre Oxyde (die sechs letztern bilden mit dem Sauerstoffe auch Säuren), so wie ihre übrigen Verbindungen haben keine, oder doch nur sehr beschränkte Anwendung, z. B. Uranoxyd als schwarzes Pigment in der Porzellanmalerei.

Ein Gleiches gilt von dem im Jahre 1817 in einem unreinen schlesischen Zinkoxyde durch Zufall entdeckten

Cadmium, ein zinnweißes, leicht schmelzbares und flüchtiges Metall. Die gelbe Schwefelverbindung desselben wurde als vorzüglich brauchbare Malerfarbe empfohlen. Eben dieser Farbe wegen wurde dieses Metall Anfangs mit Arsen, dessen Schwefelverbindung eine gleiche Farbe hat, verwechselt.

16. Eisen.

380. Das Eisen, Ferrum, Fe, das wichtigste aller in den Gewerben zu verarbeitenden Metalle, und das Hauptmateriale zur Anfertigung der verschiedenen Werkzeuge, Maschinen, Waffen, und vieler anderen unentbehrlichen Geräthe ist, so wie es durch die im Großen üblichen Darstellungsarten erhalten und zu technischen Zwecken in den drei verschiedenen Formen als Stabeisen, Stahl und Roheisen verwendet wird, nicht als reines Eisen anzusehen. Indessen enthalten die guten Sorten Stabeisen so wenig von fremden Bestandtheilen, daß daran die Eigenschaften des reinen Eisens (bis auf geringe Abweichungen) zu erkennen sind.

381. Das Stab- oder Schmiedeisen, auch geradezu Eisen genannt, hat eine lichtgraue Farbe, einen starken Glanz, und im Mittel eine Dichte von 7.6. Es zeichnet sich vor andern Metallen, besonders durch die Fähigkeit aus, vom Magnete angezogen, so wie selbst zum Magnete zu werden. Auf dem Bruche zeigt Stabeisen ein körniges oder zackiges Gefüge, das durch fortgesetzte Streckung, wie sie beim Schmieden, Walzen u. dgl. statt findet, in ein sehniges übergeht. — Die Härte des Stabeisens ist bedeutend groß, zeigt aber auffallende Verschiedenheiten (hartes und weiches), immer aber läßt sich dasselbe mit Feile, Meißel, Dreheisen u. s. w. behandeln. Das Stabeisen kann ferner sowohl kalt, als glühend geschmiedet, zu Blech ausgestreckt, besonders zu sehr dünnem Drahte ausgezogen werden, jedoch ohne Beihilfe von Wärme wird es bald so hart und spröde, daß es bricht oder reißt; durch Ausglühen erlangt es seine vorige Geschmeidigkeit wieder. Sogar ein schnelles Abkühlen nach dem Glühen, z. B. Ablöschen im Wasser, macht es nicht spröde, und vermehrt dessen Härte um so weniger, je reiner dasselbe ist; dagegen wird hartes Eisen durch Erhitzen bis zum Rothglühen und durch darauf folgendes langsames Abkühlen etwas weicher. Die Festigkeit des Eisens ist sehr groß, und es übertrifft hierin alle andere Metalle.

Aus der Zusammenstellung der Resultate vieler über die Festigkeit des Stabeisens angestellten Versuche ergibt sich, daß dieselbe wohl nicht mit Zuverlässigkeit in Zahlen angegeben werden kann; es geht aber auch daraus hervor, daß nicht nur die verschiedenartige innere Beschaffenheit des Eisens allein, sondern auch die Behandlung desselben im Feuer, und noch mehr die zum Zusammenpressen desselben angewandte Kraft, folglich die Dimensionen, zu denen es gebracht ist, einen entscheidenden Einfluß auf die Größe der Festigkeit haben. Dem zu Folge kann man annehmen, daß gutes Stabeisen in Quadratstäben, auf die ursprüngliche Querschnittsfläche bezogen,

in Stäben von 1 Par.Z. im Quadrate, 58000 Par. Pf.,
» ½ » » » 75000 » »
» ¼ » » » 90000 bis 100000 Par. Pf., auf eine Fläche von 1 Q.″ berechnet, tragen könne, ehe es reißt. — Die absolute Festigkeit des Eisendrahtes ist aber noch bedeutend größer, wenn das zum Zerreißen erforderliche Gewicht auf eine Fläche von 1 Q.″ berechnet wird. Versuchen zu Folge trägt der feinste Draht, bei obiger Berechnungsweise 130000 Pf. auf 1 Q.″ Durch das Ausglühen wird jedoch die Festigkeit desselben bedeutend gemindert.

Farbe und Glanz des Eisens sind im merkwürdigen Zusammenhange mit einander, und stehen in bestimmter Beziehung mit der Zähigkeit und Geschmeidigkeit desselben, wodurch die Beschaffenheit des Bruches ein sicheres Kennzeichen für die Güte des Eisens wird. Bei gutem Eisen ist stets eine helle Farbe mit geringem Glanze, und ein starker Glanz mit einer mehr grauen Farbe vergesellschaftet, daher, wo dunkle Farbe mit mattem Glanze oder weiße Farbe mit starkem Glanze, vorkommt, auf mürbe und spröde Beschaffenheit geschlossen werden kann, die sich durch Ausglühen nicht verbessern läßt.

In unvollkommen bearbeitetem Eisen zeigen sich oft mehre Arten des Bruches gemengt, z. B. sehniger und körniger. Stellen im Eisen, wo der Zusammenhang des Metalls durch eingemengte Schlackentheile unterbrochen ist, heißen unganz; solche unganze Stellen, die der Festigkeit wesentlichen Abbruch machen, zeigen sich bei der Bearbeitung auf der blanken Eisenfläche als schwärzliche Linien oder dunkle Flecke; erscheinen aber in Folge von unganzen Stellen einzelne Theile von der Hauptmasse abgelöst, so nennt man dieselben Schiefer; kleine unganze Stellen, die beim Poliren als graue Streifen oder Flecken zum Vorscheine kommen, heißen Aschenlöcher. Da das Stabeisen bei seiner Darstellung und Bearbeitung niemals in den flüssigen Zustand versetzt werden kann, sondern nur geschmiedet, gewalzt und geschweißt wird, so ist es unmöglich, eine vollkommene Gleichförmigkeit seiner Masse zu erreichen. Hierin liegt die Ursache, sowohl der vorfindigen unganzen Stellen, als auch der oft auffallend verschiedenen Härte, welche ein und dasselbe Eisenstück an verschiedenen Stellen zeigt.

Andere wichtige Fehler des Eisens sind der Rothbruch, Kaltbruch und Faulbruch. Man nennt rothbrüchiges Eisen jenes, welches im Rothglühen unter dem Hammer aufreißt oder berstet, sich aber in der Schweißhitze gut schmieden läßt. Die Ursache dieser Erscheinung ist eine geringe Verunreinigung desselben mit Schwefel. Kaltbrüchiges Eisen ist in der Kälte spröde, läßt sich aber beim Glühen wie gutes Eisen schmieden; es entsteht durch eine kleine Beimischung von Phosphor. Eisen endlich, welches

bei jeder Temperatur mürbe, und von geringer Festigkeit ist, wird faulbrüchig oder haderig genannt. Dieser letztere Fehler kann von verschiedenen Ursachen herrühren, insbesondere von einem kleinen Gehalte an Silicium oder Calcium, oder auch bloß von eingemengter Schlacke. Durch lange anhaltendes und oft wiederholtes Glühen wird jedes Schmiedeisen (doch das weiche leichter als das harte) in gewissem Grade mürbe und minder zähe (überhitzt oder verbrannt); man kann demselben die frühere gute Beschaffenheit wieder geben, wenn man es unter vollkommenem Ausschluß der Luft, z. B. unter einer völlig geschmolzenen Schlackendecke bis zum Schweißglühen bringt.

In der Rothglühhitze nimmt das Eisen sehr an Härte ab, so daß auch die meisten Formveränderungen desselben bei dieser Temperatur vorgenommen werden. In der Schweißglühhitze wird es so weich, daß getrennte Stücke sich durch den bloßen Druck der Hammerschläge vereinigen, gleichsam zusammenkneten, schweißen lassen, welche Eigenschaft für die Anwendung des Eisens, da es für gewöhnlich so gut, als unschmelzbar betrachtet werden muß, von besonderer Wichtigkeit ist. Erst in den höchsten Hitzegraden, welche nur mit den besten Vorkehrungen in einem Gebläseofen hervorgebracht werden können, kann es in kleinen Mengen in Fluß gebracht werden (nach Daniell wird die Schweißhitze auf ungefähr 1100° und der Schmelzpunkt auf 12 bis 1300° geschätzt).

Chemisch reines Eisen wird erhalten, wenn man Feilspäne von Stabeisen oder feinen Eisendraht mit $1/4$ seines Gewichtes oxydirtem Eisen unter einer Decke von bleifreiem Glase in einem hessischen Tiegel bei dem heftigsten Feuer eines Gebläseofens zusammenschmilzt. Auf diese Art dargestellt, zeigt es bei einer Dichte von 7.8 eine größere Zähigkeit und Weichheit, als das gewöhnliche Stabeisen. Auch durch Reduction des Eisenoxydes mittelst darüber geleiteten Wasserstoffgases erhält man schon bei einer die Glühhitze nicht übersteigenden Temperatur reines Eisen in pulveriger Gestalt.

382. An der vollkommen trockenen Luft bleibt das Eisen bei der gewöhnlichen Temperatur unverändert, eben so in vollkommen luftleer gekochtem und vor dem Zutritte der Luft geschütztem Wasser. — Durch die gleichzeitige Einwirkung aber von Wasser und Kohlensäure, wie es unter den gewöhnlichen Umständen an der Atmosphäre statt findet, verwandelt sich das Eisen an der Oberfläche in Eisenrost (es bildet sich Anfangs kohlensaures Eisenoxydul, das allmälich in kohlensaures Eisenoxydhydrat übergeht). Der Rost bei seiner lockeren Beschaffenheit ist nicht im Stande, den Zutritt der Luft von dem darunter liegenden Metalle abzuhalten, daher auch die Oxydation beständig nach innen fortschreitet, und hiedurch die ganze Eisenmasse

nach längerer Zeit in Eisenrost verwandelt wird. Die Oxydation beginnt besonders dort, wo das Eisen mit Luft und Wasser zugleich in Berührung ist; Schiefer, poröse Stellen u. dgl. rosten immer zuerst; daher man Flintenläufe, wenn sie die Probe des Beschießens ausgehalten haben, einige Zeit an feuchte Orte bringt, um die feinsten Sprünge oder Risse durch das daselbst beginnende Rosten zu entdecken.

383. Aus dem Gesagten ergeben sich auch die Mittel, das Rosten zu verhindern, als: Aufbewahren eiserner Geräthe in trockenen Räumen, welche, wenn sie ganz klein sind, wie z. B. der Glaskasten einer feinen Wage, durch hineingestelltes Chlorcalcium trocken erhalten werden können. Gegenstände von Stahl, der in dieser Beziehung gleichfalls hieher gehört, wickelt man in leinene oder wollene Lappen, die in eine gesättigte Auflösung von Glaubersalz getaucht, und nach dem Trocknen mit gebranntem Kalke bestreut wurden. Das Ende der Blitzableiter umgibt man mit ausgeglühten Kohlen, so wie man auch andere Gegenstände von Eisen zwischen Kohlenpulver einpackt. Eisen behält ferner Monate lang seinen metallischen Glanz unverändert, wenn es in schwachen alkalischen Auflösungen aufbewahrt wird, als Aetzkalilösung von 22° B. mit dem 500fachen ihres Volums Wasser verdünnt, schützt noch, eben so Kalkwasser mit dem 3fachen seines Volums Wasser; bei größerer Verdünnung aber nicht mehr, die Wirkung scheint hier in Folge der Bindung der Kohlensäure zu erfolgen. Auf diese Art wird Schanzzeug in Kalkbrei getaucht und in Depots aufbewahrt. — Ein ferneres Mittel, die Entstehung des Rostes zu verhindern, ist Abhaltung des Zutrittes der Luft; daher schützt schon eine dünne Lage Fett oder Oehl das blanke Eisen bis zu einem gewissen Grade vor dem Roste. Feinere Eisenwaaren, die keiner Reibung ausgesetzt sind, überzieht man mit irgend einem Weingeistfirnisse, weniger zarte Gegenstände mit einer Mischung von 5 Thln. Leinöhl und 3 bis 4 Thln. rectificirtem Terpentinöhl, welche man nach dem Aufstreichen an einem der Feuchtigkeit nicht ausgesetzten Orte trocknen läßt. Eiserne Kanonenröhre werden mit Leinöhlfirniß, in welchem man Ruß oder Graphit eingerieben hat, von außen, mit Unschlitt und Oehl von innen bestrichen; für grobe im Freien befindliche Gegenstände wird Steinkohlentheer empfohlen, wozu man in 1 Pf. erwärmten Theers 2 Lth. Asphalt einrührt und diese Mischung mit 3 Lth. schwefelsaurem Bleioxyde und 2 Lth. feinem Graphite zusammenrührt. — Manche Gegenstände werden nur mit Graphit an ihrer Oberfläche eingerieben, wie es mit den Kanonenkugeln, Oefen u. s. w. geschieht. Um Gußwaaren vor der Zerstörung in feuchter Erde zu bewahren, dienet ein Ueberzug von 2 Thl. Steinkohlentheer und

1 Thl. Kalkpulver, der heiß auf das erwärmte Eisen aufgetragen wird. Eisen im stark erhitzten Zustande mit Leinöhl bestrichen, oder fast glühend mit Horn eingerieben, bekommt eine bis zu einem gewissen Grade schützende Decke. Auch verhindert eine stets gut erhaltene Politur die erste Bildung des Rostes, so wie eine blau angelaufene Fläche ebenfalls derselben besser widersteht.

Hieher gehört auch das Bruniren, d. i. diejenige Operation, durch welche der Oberfläche mancher aus Eisen gearbeiteten Gegenstände eine glänzende braune Farbe gegeben wird. Diese Zubereitung, welche das Eisen vor dem Roste schützt, und zugleich das Ansehen desselben verschönert, wird hauptsächlich bei den Läufen der Jagdgewehre angewendet. Das Bruniren besteht eigentlich in Hervorbringung einer dünnen gleichförmigen Schichte von Rost auf dem Eisen, welche geglättet und durch Einreiben mit Wachs oder einem weingeistigen Schellackfirnisse glänzend gemacht wird. Hiezu gibt es verschiedene Mittel. So reicht es hin, das Eisen mit gehöriger Vorsicht den Dämpfen von rauchender Salzsäure auszusetzen; gleichförmiges Benetzen mit Salz- oder Salpetersäure gewährt einen ähnlichen Erfolg; das gewöhnliche Mittel zum Bruniren ist die Spießglanzbutter oder auch die saure Flüssigkeit, welche nach der Fällung des basischen Salzes bleibt (324.). Sie wird dünn, möglichst gleichförmig, auch wohl mit Baumöhl vermischt, auf dem (allenfalls erwärmten) Gewehrlaufe aufgetragen, worauf man denselben so lange, als man durch die Erfahrung zweckmäßig gefunden hat, der Luft aussetzt. Ein darauf folgender Anstrich mit Scheidewasser, in welchem Kupfer aufgelöst ist, soll den Vorgang des Rostens noch befördern. Wärme und Feuchtigkeitszustand der Luft hat auf das Gelingen dieser Operation unverkennbaren Einfluß. Der braun gewordene Lauf wird gereiniget, mit Wasser sorgfältig gewaschen, und endlich entweder bloß mit dem Polirstahle polirt, oder mit weißem Wachse eingerieben, oder auch mit einer Auflösung von 4 Lth. Schellack und 3 Qtl. Drachenblut in 2 Maß Weingeist gefirnißt. An damascirten Läufen muß vor dem Bruniren die Damastzeichnung hervorgerufen werden. (Siehe Prechtl's technologisches Wörterbuch Bd. III.) In die Reihe der durch gänzliche Abhaltung der Luft wirksamen Mittel gehört auch das Verzinnen und Verzinken des Eisens, (siehe Legirungen des Eisens, Galvanisirung desselben).

384. In der erhöhten Temperatur bewirkt schon die Luft für sich allein (oder auch das Wasser allein) die Oxydation des Eisens; das Eisen überzieht sich nämlich, wenn es bei freiem oder nicht vollkommen gehindertem Luftzutritte erhitzt wird, noch lange vor dem Glühen mit einem Oxydhäut-

chen, welches nach Maß der zunehmenden Dicke in der Farbe nach einer bestimmten Ordnung wechselt, wie es wohl auch unter denselben Umständen bei andern Metallen (Kupfer, Zinn, Blei) der Fall ist, beim Eisen aber besonders auffallend hervortritt, Anlauffarben (siehe weiter unten beim Stahle). In der Glühhitze bedeckt sich das Eisen sodann mit einer Oxydkruste, Glühspan, Zunder, Hammerschlag, die immer stärker wird, und sich nach und nach abblättert. In der Weißglühhitze endlich geht die Oxydation unter Funkensprühen sehr lebhaft vor sich; dasselbe ist auch der Fall, wenn Eisentheilchen an Kies abgeschlagen werden, oder wenn besonders feine Eisenfeile in die Kerzenflamme gestreut werden, auch wenn Eisen im Sauerstoffgase verbrennt, sei es in einer mit diesem Gase gefüllten Flasche, oder auf Kosten des im Salpeter gebundenen Sauerstoffes, wie beim Brillantfeuer der Raketen. — In der Glühhitze zersetzt das Eisen das Wasser, so wie auch unter der disponirenden Einwirkung einer Säure, als Schwefelsäure oder Salzsäure; Salpetersäure im concentrirten Zustande wirkt kräftig auf dasselbe ein, indem sie Sauerstoff an dasselbe abgibt, etwas verdünnte hingegen übt auf das Eisen unter gewissen Umständen gar keine Wirkung aus (passiver Zustand des Eisens).

385. Das Eisen hat zwei Oxydationsstufen. Eisenoxydul, $\dot{Fe}$, bildet sich, wenn Wasserdämpfe über glühendes Eisen streichen. Es ist schwarz, und zeigt noch magnetische Eigenschaften. Es bildet sich ferner in Verbindung mit Säuren zu Salzen, beim Auflösen des Eisens in verdünnten Säuren, und wird daraus durch Fällung mittelst Aetzkali als weißes Hydrat erhalten, das in Berührung mit der Luft schnell grün, gelb, zuletzt braun wird (Oxydhydrat). — Eisenoxyd, $\ddot{\bar{Fe}}$, kommt theils in der Natur vor, theils erscheint es als Nebenproduct bei einigen chemischen Processen, als: bei der Bereitung der rauchenden Schwefelsäure, bei der ältern Art der Darstellung der Salpetersäure durch Glühen des Salpeters mit Eisenvitriol, eben so in Alaunsiedereien aus dem zu Boden gesetzten Schlamme. Nebstbei wird es noch auf sehr verschiedene Weise dargestellt, als durch Zersetzung des calcinirten Eisenvitriols in der Glühhitze, was wohl derselbe Proceß ist, wie der obige, wo es als Nebenproduct erscheint, der aber doch im Kleinen absichtlich durchgeführt wird, um dasselbe rein, wenigstens frei von Kupferoxyd zu erhalten; hiezu kann der calcinirte Eisenvitriol gemengt mit Salpeter in einem glühenden Tiegel eingetragen, oder der Eisenvitriol kann durch Behandlung mit Salpetersäure in basisches schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt werden. Es wird ferner dargestellt durch Glühen von Eisenvitriol mit Kochsalz (wonach das gebildete Glaubersalz durch Auslaugen ent-

fernt werden muß); durch Fällung einer Eisenvitriollösung durch Pottasche und Glühen des ausgewaschenen und getrockneten Niederschlages u. s. w. — Das Eisenoxyd erscheint von der braunrothen, bis zur hellrothen Farbe, welche Verschiedenheit theils von der Art der Darstellung, wodurch es in mehr oder weniger feiner Zertheilung erhalten wird, theils von dem Hitzegrade, dem es dabei ausgesetzt war, wohl auch von seiner Reinheit herrührt. Im Hydratzustande, wie es durch Fällung erhalten wird, ist es gelbbraun, eben so, wenn es durch höhere Oxydation des kohlensauren Eisenoxyduls entsteht (Eisenrost). Es ist merkwürdig, daß das in der Natur vorkommende Eisenoxyd, so wie jeder Eisenrost, Ammoniak enthält, dessen Erzeugung aus dem Wasserstoffe des durch das Eisen zersetzten Wassers und dem Stickstoffe der Luft erklärt werden muß.

Eisenoxyd und Oxydul verbinden sich mit einander in mehrerlei Verhältnissen. Hiezu gehört der in der Natur vorkommende Magneteisenstein ($\dot{F}e + \dddot{F}e$); ferner der durch Glühen an der Luft entstehende Eisenhammerschlag. Letzterer hat, wenn er von einiger Dicke ist, eine verschiedene Zusammensetzung; er enthält nach innen zu immer weniger Sauerstoff oder einen geringern Gehalt an Oxyd, wodurch er sich als eine Verbindung beider Oxyde in veränderlichen Mengen darstellt. — Das Eisenoxyd dient zum Poliren von Stahl, Glas, zum Belegen der Rasirstreichriemen (statt des künstlichen wendet man den natürlich vorkommenden Blutstein an), ferner als Farbmateriale, Engelroth, Colcothar, Braunroth, Berlinerroth, zum Anstreichen von Holz, Mauerwerk u. s. w., im Artillerielaboratorio zum Anstreichen der Muscheln der Brandelhülsen, der Exercirpatronensäcke, und zur Färbung des rothen Patronenpackpapieres. Das Oxydul dient seiner Sauerstoff anziehenden Eigenschaft wegen zu Reductionen (Gold, Indigo). Der Hammerschlag wird beim Frischen des Eisens verwendet; ferner zum Reinputzen desselben, zu einer Steinkitte für Wasserbehälter (Brei aus Eisenspänen und Essig oder stark verdünnter Schwefelsäure); es scheint das sich bildende Oxydoxydul das bindende Cement zu sein.

386. Salze. Die Salze des Eisenoxyduls sind im wasserfreien Zustande weiß, in wasserhaltendem grün gefärbt, sie haben einen zusammenziehenden tintenartigen Geschmack; an der Luft, besonders im aufgelösten Zustande, erleiden sie eine rasche Oxydation, die Farbe wird dadurch immer mehr ins Gelbe gezogen, und es setzt sich ein basisches Oxydsalz ab. — Die Salze des Eisenoxyds sind meistens röthlich, gelb oder braun-

roth gefärbt, auch wohl in wasserfreiem Zustande weiß; sie haben einen mehr herben, zusammenziehenden Geschmack, als die erstern.

In den Auflösungen der Orydulsalze bringen reine und kohlensaure Alkalien weiße Niederschläge hervor, die jedoch sehr schnell grün und endlich rothbraun werden. Kalium-Eisencyanür verursachet einen weißen Niederschlag, welcher sehr bald bläulich, und endlich blau wird, Galläpfeltinctur bringt in denselben, wenn sie frei von Orydsalzen sind, keine Färbung hervor. Schwefelwasserstoffgas bewirkt keine Fällung in neutralen Lösungen, Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium aber einen schwarzen. — Zu den Auflösungen der Orydsalze entstehen durch reine und kohlensaure Alkalien rothbraune Niederschläge, durch Kalium-Eisencyanür aber sogleich ein dunkelblauer; Kalium-Eisencyanid ist ohne Wirkung auf dieselben. Galläpfeltinctur bringt einen violeten oder schwarzen Niederschlag hervor. Schwefelwasserstoffgas verursacht in neutralen und sauren Lösungen einen milchichten weißen Niederschlag, Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium einen schwarzen, im Ueberschusse des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag.

387. Mit dem Chlor u. s. w. geht das Eisen, analog den Orydationsstufen, in Verbindung zu Eisenchlorür und Eisenchlorid oder 1fach und 1½fach Chloreisen (FeCl u. FeCl³); eben so mit dem Cyan zu Eisencyanür und Eisencyanid, FeCy u. FeCy³. Hievon ist besonders das Eisencyanür zu erwähnen, da es mit andern Cyanmetallen wichtige Cyanverbindungen bildet, worin das Eisen halb so viel Cyan enthält, als das mit ihm verbundene Cyanmetall. — Hieher gehört das schon bei den Kalisalzen angeführte Kalium-Eisencyanür und Kalium-Eisencyanid (gelbes und rothes Blutlaugensalz); ferner Eisencyanür-Cyanid (blausaures Eisenorydulorydd), 3FeCy + 2FeCy³. Die letztgenannte Verbindung wird erhalten durch Fällung eines neutralen Eisenorydsalzes oder des Eisenchlorids mit einer Auflösung von Cyaneisenkalium als ein ausgezeichnet dunkelblauer Niederschlag (das Eisen des Eisenoryds verbindet sich mit Cyan des Kaliumcyanids, indem sich hiebei zugleich Kali bildet und mit der Säure des Eisensalzes in Verbindung bleibt).

Wird eine neutrale Auflösung eines Eisenorydulsalzes in die von Eisencyankalium getröpfelt, so entsteht ein weißer Niederschlag, Eisencyanür, welches der Luft ausgesetzt nach und nach blau wird, indem sich ein Theil Eisen orydirt, den andern Theil des Eisens dadurch zum Eisencyanid macht, welch letzteres sogleich mit dem übrigen Eisencyanür die Doppelbildung eingeht.

Zur Erzeugung dieser Verbindung im Großen wendet man hauptsächlich nur Eisenvitriol an (möglichst frei von Kupfervitriol), der bereits theilweise (während der Verwitterung oder durch gelindes Erhitzen) in Orydsalz übergegangen ist, und nimmt zur Fällung sogenannte Blutlauge.

Zu letzterer pflegt man auch Alaun zuzusetzen, theils um das kohlensaure Kali zu zersetzen, welches sich noch in der unreinen Blutlauge befindet (denn krystallisirtes Salz wird wegen dessen Kostspieligkeit nicht angewendet), theils auch, um dem Präcipitate mehr Körper zu geben, die deckende Eigenschaft desselben zu vermehren, ohne der Güte viel Eintrag zu thun. Der Niederschlag hat in diesem Falle eine schmutzig grünlichgraue Farbe, die erst während des fleißigen Umrührens in ein reines Blau übergeht.

Das Eisencyanür-Cyanid ist von ausgezeichneter dunkelblauer Farbe mit kupferrothem Stich; es ist im Wasser und Alkohol unauflöslich, durch Hitze und Salpetersäure zerstörbar. Alkalien zerlegen es, unter Bildung eines alkalischen Eisencyanür-Metalls und Ausscheidung von Eisenoxyd; eben so wirkt Quecksilberoxyd. Schwefelwasserstoff, auch Eisen- und Zinkfeile zerlegen es ebenfalls. — Aus dem reinen Eisencyanür-Cyanid, Pariserblau, lassen sich durch Zusatz von Stärke, Thonerde u. s. w. das gewöhnliche Berlinerblau, Mineralblau darstellen. Es findet als sehr geschätztes Pigment häufige Anwendung.

388. Kohlensaures Eisenoxydul, $\dot{Fe}\ddot{C}$, findet sich natürlich als Spatheisenstein, ferner durch kohlensaures Wasser gelöst, in eisenhaltigen Mineralwässern als doppelt kohlensaures Salz, woraus sich beim Zutritte der Luft, unter Verlust der Kohlensäure, Eisenoxydhydrat niederschlägt.

Schwefelsaures Eisenoxydul, Eisenvitriol, grüner Vitriol (auch Kupferwasser), $\dot{Fe}\dddot{S}$, bildet grüne Krystalle, welche 7 At. Wasser enthalten. Es löset sich leicht im Wasser mit meergrüner Farbe auf, wird aber allmälich rothgelb unter Abscheidung eines derlei gefärbten Pulvers, indem sich, durch Oxydation des Oxyduls zum Oxyde, $^2/_3$ schwefelsaures Eisenoxyd bildet, das im Wasser zu löslichem neutralem und unlöslichem $^1/_3$ schwefelsaurem Salze wird. An der Luft erleiden die Krystalle theils eine Verwitterung, theils ebenfalls eine höhere Oxydation, wodurch braungelbe Stellen entstehen. Beim Erhitzen verliert das Salz sein Krystallwasser und zerfällt zu einem weißen Pulver. Beim stärkern Erhitzen verwandelt sich das Oxydulsalz in Oxydsalz, das endlich in der Glühhitze in Schwefelsäure und Eisenoxyd zerlegt wird (110). — Das schwefelsaure Eisenoxydul dient zur Darstellung verschiedener Eisenpräparate, der rauchenden Schwefelsäure, zur Scheidung des Goldes aus der Verbindung mit Chlor; ferner in der Medicin, Färberei, zur Bereitung der Tinte (wozu oxydirter Vitriol zweckmäßiger ist als ganz frischer), als Mittel gegen den Holzschwamm, zum Schwärzen des lohgaren Leders, zur Firnißbereitung, wo es entwässert angewendet werden muß. Es wird im

Kleinen durch Auflösung des Eisens in verdünnter Schwefelsäure rein erhalten, im Großen aus dem Schwefelkiese bereitet durch Rösten (um eine niedrigere Schweflungsstufe zu erhalten), darauf folgendes Aussetzen an die Luft, um die Oxydation des Schwefeleisens einzuleiten, und endliches Auslaugen.

Die Verbindungen mit Essigsäure, Weinsteinsäure, Gallussäure u. s. w. sind Präparate, welche in der Färberei u. dgl. Anwendung finden. Gallussaures Eisenoxyd ist jener blauschwarze Niederschlag, welchen Eisenoxyd mit Gallussäure oder galläpfelsaure Flüssigkeiten in Eisenoxydsalzen bewirken, worauf die Bereitung der Schreibtinte u. s. w. beruht; er wird durch Säuren, z. B. Kleesäure u. dgl. zerlegt.

Verbindungen mit Phosphorsäure, Kieselsäure, Arsensäure finden sich in verschiedenen Verhältnissen in der Natur vor. Hochofenschlacken enthalten häufig kieselsaures Eisenoxydul, besonders aber die bei der Darstellung des Stabeisens abfallenden Frischschlacken (Gar- und Rohschlacken).

389. Schwefeleisen. Man kennt fünf Schweflungsstufen des Eisens. Einfach Schwefeleisen, FeS, kommt in der Natur selten isolirt, meistens mit andern Schwefelmetallen verbunden vor. Künstlich wird es durch Verbrennen des Eisens im Schwefeldampfe oder durch Fällung einer Eisenoxydulsalzlösung mittelst Schwefelwasserstoffgases erhalten. Es löset sich ohne Rücklaß von Schwefel in verdünnten Säuren auf. Das natürlich vorkommende oxydirt sich leicht, besonders in feuchter Luft unter bedeutender Erhitzung, wodurch nicht selten Steinkohlenlager, wenn einfach Schwefeleisen eingemengt war, oder große Vorräthe von Steinkohlen in Brand gerathen sind. — Zweifach Schwefeleisen, FeS^2. Es kommt in der Natur als Schwefel- oder Eisenkies in Würfeln krystallisirt vor. Diese Verbindung hat eine messinggelbe Farbe und einen metallischen Glanz, gibt in der Hitze einen Theil ($^2/_5$) seines Schwefels ab (daher die Benützung desselben auf Schwefel), hinterläßt Schwefelbrände, die durch Verwitterung weiter auf Eisenvitriol oder Schwefelsäure verwendet werden können. Er ist in Säuren (concentrirte Salpetersäure und Königswasser ausgenommen) unlöslich. Schwefelkies diente in früherer Zeit seiner Härte wegen anstatt des Feuersteines für Gewehre mit Radschlössern. Diese Schweflungsstufe kommt ferner vor als Strahlkies, in welchem Falle er einfach Schwefeleisen eingemengt enthält, welches an der Luft verwitternd, das Zerfallen desselben zur Folge hat. Sie wird vorzugsweise auf Vitriol benützt.

Nebst dem gibt es ein anderthalb Schwefeleisen von einer dem Oxyde entsprechenden Zusammensetzung, ferner $^1/_8$ und $^1/_2$ Schwefeleisen (Fe^8S u. Fe^2S).

Endlich kommt in der Natur eine Schweflungsstufe, Fe^7S^8, vor, unter dem Namen Magnetkies, die aber keine eigene, sondern aus ein- und zweifach Schwefeleisen zusammengesetzt zu sein erscheint ($6FeS + FeS^2$). — Diese zusammengesetzte Schweflungsstufe bildet sich auf künstlichem Wege, wenn man Eisen und Schwefel durch Zusammenschmelzung directe zu verbinden sucht. Bringt man z. B. weißglühendes Stabeisen mit Schwefel in Berührung, so erfolgt die Vereinigung sehr schnell, das gebildete leichtflüssige Schwefeleisen fließt ab, und das Eisenstück ist durchlöchert, welche Wirkung wohl auch auf Stahl, aber nicht so auf Gußeisen statt findet. Das dadurch gebildete Loch an dem Eisenstücke hat den Querschnitt der angewendeten Schwefelstange. Man hat diese Wirkung benützt, um in Eisen Löcher von verschiedenem Querschnitte mit großer Schnelligkeit hervorzubringen; allein der Rand des Loches wird selbst in Schwefeleisen verwandelt, das sich an der feuchten Luft allmälich oxydirt, wodurch das Loch sich vergrößert, und der Rand zerfressen erscheint; es muß daher nothwendig ausgefeilt werden. Das Verfahren ist daher in den meisten Fällen unpraktisch. Auf ähnliche Art stellt man auch Schwefeleisen zur Entwicklung des Schwefelwasserstoffgases in Laboratorien dar; entweder indem man weißglühendes Eisen über einem Gefäße mit Wasser, mit Schwefel bestreicht und das abgeflossene Schwefeleisen darin sammelt, oder eine Eisenstange weißglühend wiederholt in geschmolzenen Schwefel taucht, oder auch Eisenblechstreifen in einem Tiegel weißglühend macht und Schwefel darauf wirft. — Auch ohne Anwendung von Wärme wirken Eisen und Schwefel auf einander, wenn Wasser mit ins Spiel kommt; 1 Thl. Eisenfeile mit $^1/_2$ Schwefelpulver innig gemengt, und zu einem Breie mit Wasser angemacht, vereinigen sich, den Sauerstoff der Luft absorbirend, zu Schwefeleisen und schwefelsaurem Eisenoxydule. Hiebei wird die Temperatur so sehr erhöht, daß bei einer Masse von mehren Pfunden eine Entzündung eintreten kann (künstliche Vulkane bei einem Quantum von 50 bis 100 Pf., die in die Erde vergraben werden). — Schwefeleisen löset sich im flüssigen Eisen auf, und übt selbst in kaum aufzufindender Menge sehr nachtheiligen Einfluß auf das Stabeisen aus, indem es dasselbe rothbrüchig macht (281.).

390. Phosphoreisen bildet sich durch unmittelbare Vereinigung, so wie auch bei der Reduction von phosphorsaurem Eisenoxyd enthaltenden, wo es dem ausfließenden Roheisen folgt, dasselbe spröde, aber dünn-

flüssig macht. Dessen Einfluß auf Stabeisen, das selbst durch eine sehr geringe Menge desselben kaltbrüchig wird, wurde bereits erwähnt. — Silicium findet man fast in jedem unmittelbar aus seinen Erzen erzeugten Roheisen, wohl auch bis zu 4 Proc. Es wird dadurch härter, spröde, scheint aber an Festigkeit um so mehr zu verlieren, je mehr es von demselben enthält. Bei der Umwandlung in Stabeisen wird es fast gänzlich abgeschieden, was auch um so nothwendiger ist, da das Eisen hiedurch mürbe (faulbrüchig) wird, und selbst ein Rückhalt von 0.37 die Festigkeit schon bedeutend vermindert.

391. Eisen und Kohlenstoff. Verbindungen in bestimmten Verhältnissen zwischen Kohlenstoff und Eisen erhält man durch Glühen von Eisencyan-Ammonium, als ein schwarzes, in der Hitze sich entzündendes und verglimmendes Pulver (FeC^2). Auch durch Glühen von Berlinerblau entsteht ein ähnliches Präparat, dessen Zusammensetzung durch FeC^3 ausgedrückt ist. Von bei weitem größerer Wichtigkeit sind die Verbindungen des Eisens mit ganz kleinen Mengen des Kohlenstoffes, welche die drei verschiedenen Modificationen bilden, unter welchen das Eisen zur technischen Bearbeitung gelangt (Roheisen, Stabeisen, Stahl).

392. Das Stabeisen, Schmiedeisen, gewöhnlich auch nur Eisen genannt, dessen Eigenschaften im Vorhergehenden, als von denen des reinen Eisens nur sehr wenig abweichend, angegeben wurden, enthält nur 0.2 bis 0.5 Proc. Kohlenstoff, der überdieß hiebei nicht als wesentliche, sondern nur als zufällige Beimischung angesehen werden kann, indem der bei der Darstellung aus den Erzen aufgenommene Kohlenstoff aus dem Roheisen durch die folgenden Operationen im Großen nie mehr ganz entfernt wird; übrigens ertheilt gerade dieser kleine Gehalt an Kohlenstoff dem Stabeisen eine größere Härte, wodurch es zu manchen Zwecken tauglicher wird. Nebst dem Kohlenstoffe kann das Stabeisen noch eine geringe Menge Silicium, zuweilen auch Schwefel und Phosphor, ferner Calcium, Mangan, Chrom u. s. w. enthalten. Von dem Einflusse der erstern auf die Güte des Stabeisens war bereits oben die Rede, von dem der übrigen wird im Folgenden bei den Legirungen des Eisens gesprochen werden.

Wesentlich jedoch ist der Kohlenstoff zur Bildung der beiden andern Modificationen des Roheisens und Stahles, indem dieselben gerade durch diesen mit der an ihnen zu bemerkenden Charakteristik auftreten.

393. Das Roheisen, auch Gußeisen, unterscheidet sich von dem Stabeisen durch seine Sprödigkeit, wonach es sich weder schmieden noch strecken läßt, durch seine größere Ausdehnbarkeit in der Wärme, durch die leichtere Schmelzbarkeit, indem der Schmelzpunkt desselben von

Daniell nahe auf 1100° angegeben wird; ferner durch den Mangel an Schweißbarkeit, durch die mindere Festigkeit und geringere Neigung zum Rosten. Das Roheisen kommt selbst wieder in verschiedenen Abänderungen vor. Nach der Farbe, womit ein verschiedenes Aussehen des Bruches, so wie auch eine Verschiedenheit der Härte und Sprödigkeit verbunden ist, unterscheidet man vorzüglich zwei Hauptklassen des Roheisens, das weiße und graue, deren jede wieder in mehre Unterarten zerfällt. Das weiße Roheisen mit fast silberweißer Farbe, starkem Glanze und spiegelnden Flächen, Spiegeleisen, worin diese Sorte des Roheisens am vollkommensten ausgebildet erscheint, zieht sich mit abnehmendem Glanze bis in die dunklere Farbe der folgenden Klasse des Roheisens.

Blumiges Eisen oder blumige Flossen mit bläulicher oder bläulichgrauer Farbe und strahligfasrigem Gefüge, und das sehr häufig vorkommende grelle oder Weißeisen, dessen weiße Farbe viel Grau eingemischt enthält, und dessen Bruchfläche kein bestimmtes Gefüge erkennen läßt, sondern dem löcherigen Käse ähnlich ist, sind Abarten dieser Roheisengattung.

Hieher rechnet man auch das luckige Roheisen, die luckigen Flossen, mit bläulich weißer Farbe, und zackigem, sehr porösem Bruche, obwohl es mit gleichem Rechte schon zur folgenden Hauptklasse gezählt werden könnte.

Auf gleiche Weise wechselt auch das graue Roheisen vom dunkelsten Schwarzgrau bis ins Lichtgraue (übergares oder schwarzes, graues und lichtgraues Roheisen), und das Gefüge von grobkörnigem bis zum feinschuppigem und fast dichtem. Je mehr das Körnige des Gefüges zurücktritt, desto heller wird die Farbe. Weder zwischen den Haupt- noch Unterabtheilungen besteht eine scharfe Grenze, sondern nur ein allmälicher Uebergang. Oft sogar findet man beide Arten, das weiße und graue in einem Stücke zusammengemengt, so daß hellere oder dunklere Streifen in der Grundmasse erscheinen, halbirtes Eisen. — Diese beiden Roheisengattungen, das graue und weiße, unterscheiden sich auch noch in ihren übrigen Eigenschaften. Die Dichte des grauen beträgt nämlich im Mittel 7.0, die des weißen 7.5, das graue hat eine ungleich geringere Härte, als das weiße; je dunkler es ist, desto leichter nimmt es Eindrücke vom Hammer an, und läßt sich mit Meißel, Feile und Bohrer bearbeiten. Das weiße Roheisen hingegen ist so hart, daß es Glas schneidet, und der Feile und dem Meißel widersteht; das Spiegeleisen übertrifft hierin selbst den härtesten Stahl. Man unterscheidet daher auch wegen dieser charakteristischen Verschiedenheit das weiße Roheisen mit dem Namen Hartflossen, doch wird unter Weichflossen nicht das graue Roheisen, sondern das luckige verstanden. — Die absolute Festigkeit des grauen Roheisens ist sehr schwankend

gefunden worden. Man kann annehmen, daß, wenn selbe 20000 Pf. auf den Quadratzoll des Querdurchschnittes beträgt, das Eisen zu den festen Sorten gehört. Ueber die Festigkeit des weißen fehlen Versuche; übrigens wird diese Eigenschaft von dem weißen Roheisen auch nicht verlangt. — In der Glühhitze verliert das Roheisen so viel von seiner Härte, daß es sich rothglühend mit einer gewöhnlichen Holzsäge zersägen läßt. Das graue Roheisen ist wohl einigermaßen schweißbar, doch ist die Ausführung des Schweißens mit so viel Schwierigkeit verknüpft, daß man von dieser Eigenschaft gewöhnlich nicht Gebrauch macht, was um so weniger nothwendig ist, da es sich im geschmolzenen Zustande ungleich zweckmäßiger benützen läßt, in welchem man es, wie mehre der andern Metalle, in Formen leitet. — Endlich die Schmelzbarkeit der beiden Roheisenarten anbelangend, so schmilzt das weiße früher, als das graue, wird aber erst in hohen Temperaturen dünnflüssig, und verdickt sich bei abnehmender Temperatur sehr schnell. In Formen gegossen, schwindet es stark und wird dabei so spröde, daß Gußstücke zuweilen selbst vor dem gänzlichen Erkalten springen. Das graue Roheisen schmilzt zwar etwas später, ist aber gleich nach dem Schmelzen dünnflüssiger, dehnt sich beim Festwerden aus, und schwindet weniger, daher es die Formen vollkommener ausfüllt, als das weiße. (Im Mittel beträgt das Schwindmaß $1/_{96}$, d. h. die Lineardimension eines erkalteten Gußstückes ist um $1/_{96}$ kleiner, als jene der Gußform war, worauf bei Anfertigung der Gußmodelle Bedacht zu nehmen ist.) Da diese Gattung des Roheisens überdieß die für Gußstücke nothwendige Bearbeitung mit Bohrer, Schneideisen u. s. w. gestattet, so ist sie auch vorzugsweise zu Gußwaaren geeignet.

Die Ursache der Verschiedenheit dieser beiden Gattungen des Roheisens liegt nicht in der Quantität des Kohlenstoffes, die sich in demselben vorfindet, sondern vorzüglich in der verschiedenen Art, in der derselbe darin enthalten ist. Die Quantität anbelangend, so enthält das weiße (der früher gehegten Ansicht geradezu entgegen) mehr Kohlenstoff, als das graue; ersteres zeigt von 5.25, dem größten Kohlenstoffgehalte im Spiegeleisen, einen abnehmenden Gehalt bis zu 3.5 im luckigen Floß, im grauen hingegen wechselt der Kohlenstoffgehalt von 4.65 bis 3.15. In Bezug der Art, wie der Kohlenstoff im Eisen vorhanden ist, kann derselbe entweder mit dem Eisen wirklich in gleichförmiger chemischer Verbindung stehen, oder nur mechanisch eingemengt sich vorfinden. Ersteres ist beim weißen Roheisen der Fall, und der größte Kohlenstoffgehalt des Spiegeleisens von 5.25 entspricht einem Carburet von Fe^4C, im grauen hingegen findet sich der Kohlenstoff in

beiden Zuständen vor, so daß von seinem Kohlenstoffgehalte 4.65 bis 3.15 nur allein 3.75 bis 2.57 als chemisch gebundener Antheil vorhanden, der übrige hingegen als mechanisch in diesem Carburete eingemengt ist (Graphit). Nebst dem aber scheint auch der Kohlenstoff mit einer geringen Menge Eisen chemisch verbunden zu sein, zu einem Polycarburet, das sodann in der übrigen Masse gleichförmig vertheilt ist. — Beim Schmelzen des grauen Roheisens löset sich der bloß beigemengte Kohlenstoff gleichmäßig in der geschmolzenen Masse auf, und scheidet sich beim langsamen Erkalten auf gleiche Weise wieder aus. Geschieht aber die Abkühlung plötzlich, so fehlt es zu dieser Absonderung an Zeit, und es bleibt aller vorhandene Kohlenstoff in chemischer Verbindung, das Eisen zeigt sich als weißes von demselben Kohlenstoffgehalte, als das graue war, aus dem es durch Abkühlung entstanden ist; daher kommt es, daß Gußwaaren, welche durch Eingießen in feuchte oder gut leitende (eiserne) Formen abgeschreckt werden, bis auf eine gewisse Tiefe eine weiße Gußhaut bekommen, und einen Kern von grauem Gußeisen haben, der bei geringen Dimensionen der Gußstücke gänzlich verschwindet. Wird ursprünglich weißes Roheisen (nicht aus grauem entstandenes) bei nicht höherer Hitze, als gerade nothwendig ist, umgeschmolzen, so bleibt es selbst bei langsamer Abkühlung unverändert. Geschieht aber dieses Umschmelzen in sehr hoher Temperatur, so gibt es bei möglichst langsamen Erkalten unter Abscheidung von Graphit graues Roheisen; auch schon bei längerem Glühen unter Ausschluß der Luft findet eine Umsetzung seiner Theilchen statt (wahrscheinlich Bildung eines Polycarburets) und es wird in ein dem weichen Stahle ähnliches Eisen verwandelt. Aus dieser Ursache glüht man Gußwaaren, welche durch das erwähnte Abschrecken weiß geworden sind, unter einer Decke von Schlacke, ausgelaugter Asche, Knochenasche, feuerfestem Thone, gebranntem Kalke, um sie für die Bearbeitung mit Meißel, Bohrer u. s. w. wieder tauglich zu machen (A d o u c i r e n oder T e m p e r n). Darauf gründet sich auch die Möglichkeit, aus weißem Roheisen verschiedene Gegenstände zu gießen, die einer Bearbeitung unterliegen, wozu man früher Stabeisen, und die oberflächliche Verstählung desselben anwendete, z. B. die Bestandtheile der Gewehrschlösser. Man hat als Decke auch rothes Eisenoxyd hiezu verwendet, hiedurch aber verbrennt ein Theil Kohle auf der Oberfläche des Eisens, wodurch es zwar ebenfalls stahlartig, aber auch leicht durch zu starke Einwirkung grobkörnig wird. — Hat aber die Luft während des Schmelzens auf beide Roheisengattungen gewirkt, so wird das graue wohl lichter an Farbe und geschmeidiger, aber nie zu weißem Roheisen; es nähert sich sodann der Natur

des Stabeisens; das weiße hingegen verliert durch die Einwirkung des in viel größerer Menge sich absetzenden Glühspanes auf die darunter befindliche Masse weit schneller seine Roheisennatur und wird stahlartig. Daraus geht auch hervor, daß graues Roheisen nebst der ihm eigenen größeren Dünnflüssigkeit sich auch deswegen zum Umschmelzen für Gußwaaren besser eignet, weil es weniger Abgang durch Glühspan erleidet, und weit weniger durch den Zutritt der Luft verändert wird, als weißes.

Der vorangeführte verschiedenartige Verbindungszustand des Kohlenstoffes im Eisen bedingt auch bei der Behandlung desselben mit Säuren ein verschiedenes Resultat. Derjenige Kohlenstoff nämlich, welcher sich in dem Roheisen nur mechanisch eingemengt vorfindet, wird, während das Eisen sich in Salzsäure unter Entbindung von Wasserstoffgas auflöset, in Form mehr oder wenig großer Graphitblättchen mit metallischem Ansehen und unauflöslich in Säuren und Alkalien zurückbleiben; chemisch gebundener Kohlenstoff hingegen, so wie er in dem Carburete des Eisens enthalten ist, nimmt Antheil an dem chemischen Processe, und entweicht als Kohlenwasserstoffgas, so wie Schwefel aus Schwefeleisen als Schwefelwasserstoffgas; von der gleichzeitig entstehenden ternären Verbindung, einem flüchtigen Oehle, rührt der üble Geruch jenes Kohlenwasserstoffgases her. Die endlich als Polycarburet vorhandene Verbindung wird zwar Anfangs als eine graphitähnliche Substanz ausgeschieden, sie erweiset sich jedoch dem Magnete folgsam, verbrennt mit Hinterlassung von rothem Eisenoxyde, verwandelt sich aber bei längerer Einwirkung der Säure in eine schwarzbraune, dem Magnete nicht mehr folgsame Kohle. Im verdünnten Zustande ist diese Einwirkung der Salzsäure besonders auf das weiße Roheisen äußerst langsam, kräftiger hingegen, wenn sie concentrirt, und mit Beihilfe von Wärme angewendet wird. Schwefelsäure verhält sich auf ähnliche Art. — Hat man zur Auflösung des Eisens Salpetersäure angewendet, so wird der chemisch gebundene Kohlenstoff des Carburets in ein rothbraunes, sehr entzündliches Pulver umgewandelt, das Sauerstoff und Wasserstoff enthält, und einer organischen Verbindung ähnlich ist, oder er wird in derselben Verbindung von der Säure aufgelöset; denselben Erfolg hat diese Säure auch auf das bei der ersten Einwirkung ausgeschiedene Polycarburet des Eisens.

394. **Stahl**, die dritte zwischen dem Roh- und Stabeisen stehende Verbindung des Eisens mit Kohlenstoff, mit einem Gehalte von 0.9 bis 1.9 Proc. Er hat eine graulich weiße Farbe, erscheint auf dem Bruche körnig, und dieses um so dichter und gleichartiger, je vorzüglicher er ist, so, daß die Bruchfläche selbst ein ganz gleichartiges Ansehen haben kann; sehnige und adrige Stellen deuten auf vorhandenes Eisen. Der Stahl hat eine Dichte von 7.7, und ist bei weitem mehr zur Politur geeignet, als das Stabeisen. Er nimmt die attractorische Eigenschaft des Magnetes wohl schwieriger an, als Stabeisen, behält dieselbe aber fester.

Stahl in seinem natürlichen Zustande, d. i. nach dem Glühen und langsamen Erkalten, ist härter, als gutes Stabeisen, aber nicht so hart, als weißes Roheisen, und es können daher die durch Schmieden roh ausgearbeiteten Gegenstände mit Feile, Meißel, Dreheisen u. dgl. noch gut bearbeitet werden. Wird er aber geglüht und dann rasch und stark abgekühlt, z. B. durch Eintauchen in Wasser, Härten des Stahles, so wird dessen Härte so groß, daß er Glas schneidet und von der besten Feile nicht angegriffen wird, was eine den Stahl besonders charakterisirende Eigenschaft ist; mit dieser Härte tritt auch zugleich ein hoher Grad von Sprödigkeit ein. Diese Härte und Sprödigkeit des auf die angezeigte Weise gehärteten Stahls nimmt durch stufenweises Erhitzen, Anlassen, wieder allmälich ab, und es kehrt endlich durch Glühen und langsames Erkalten der vorige Zustand des Stahles wieder zurück, daher man es in seiner Gewalt hat, den aus Stahl verfertigten Gegenständen jeden beliebigen Grad der Härte von der Glashärte bis zu seiner natürlichen Weiche zu geben. Die durch die Erhitzung des Stahls bewirkte Volumsvergrößerung bleibt bei dem plötzlichen Abkühlen desselben wenigstens zum Theil, daher auch die Dichte des gehärteten Stahles kleiner, als im ungehärteten Zustande ist. Hiedurch befinden sich die Theilchen, die sich nicht wie beim langsamen Erkalten bis zu ihrer natürlichen Lage einander nähern konnten, in einer gezwungenen Lage, in einer Spannung gegen einander, so wie die Theilchen des rasch abgekühlten Gases, was auch die Ursache der gleichzeitig mit auftretenden Sprödigkeit ist. Auch die chemische Beschaffenheit des Stahles in beiden Zuständen ist nicht ganz dieselbe. Der nicht gehärtete Stahl kann als ein Gemisch von reinem Eisen mit einem Polycarburete, das weich ist, angesehen werden. Beim Glühen des Stahles erfolgt eine Vertheilung, gleichsam Auflösung des Polycarburets, es entsteht eine mehr Eisen enthaltende Kohlenstoffverbindung, Subcarburet, von der Beschaffenheit, wie es im weißen Roheisen vorkommt; durch langsames Abkühlen erfolgt nun wieder die Zersetzung in Eisen und in jenes Polycarburet, durch rasches Ablöschen hingegen kann dieselbe nicht erfolgen, und es bleibt daher ein dem weißen Roheisen ähnliches Subcarburet, was auch durch das Verhalten des gehärteten und nicht gehärteten Stahls bei der Behandlung mit Säuren bestätiget wird. Das Härten des Stahls geschieht gewöhnlich durch Eintauchen in kaltes Wasser (bei großen Stücken, wenn es möglich ist, in fließendes Wasser). Je größere Hitze der Stahl in dem Augenblicke des Ablöschens besaß, je tiefer die Temperatur des Ablöschungsmittels, und je größer dessen Wärmeleitungsfähigkeit ist, desto größer wird

unter übrigens ganz gleichen Umständen seine Härte; doch muß der Stahl wenigstens dunkelroth glühen, um einen erheblichen Grad von Härte zu erlangen. Weiches Wasser härtet minder, als hartes oder Salzwasser und verdünnte Säuren. Es gibt verschiedene Recepte solcher Härtewässer, auf die nicht immer ein besonderer Werth zu legen ist. In mehren Fällen härtet man in Talg oder Oehl. Sehr kleine Gegenstände macht man in der Lichtflamme glühend, und bläst dann bloß Luft mit dem Munde darauf, oder schwenkt sie in der Luft herum.

Beabsichtigt man ein Stahlstück nur theilweise zu härten, so taucht man entweder nur den betreffenden Theil in das Wasser, oder man umkleidet das übrige mit Lehm, damit es beim Eintauchen nicht mit dem Wasser in Berührung komme. Dünne Stücke oder dünne Theile eines Stückes härten sich stärker als dicke, weil jene schneller von der Abkühlung durchdrungen werden. Da dickere Stücke länger die Hitze halten, so ist es auch am zweckmäßigsten, die dünnen Theile zuerst einzutauchen, damit sie nicht Zeit haben, abzukühlen. Die ungleiche Zusammenziehung in verschiedenen Theilen eines der Härtung unterworfenen Gegenstandes (welche in ungleicher Dicke, in ungleichförmiger Beschaffenheit des Stahles, in ungleicher Erhitzung, oder in einer unzweckmäßigen Art des Eintauchens ihren Grund haben kann) verursacht sehr oft eine Krümmung oder eine andere unwillkommene Formveränderung (Werfen oder Verziehen) oder gar Sprünge (Borsten, Hartrisse), welch letztere zuweilen selbst mit der gänzlichen Absonderung, dem Losspringen einzelner Stücke verbunden sind. — Ein wichtiger Umstand ist die Vermeidung vom Glühspan beim Härten, welcher manche Gegenstände ganz verderben könnte. Am meisten schadet der Glühspan, wenn die Oberfläche mit kleinen Hervorragungen oder Vertiefungen bedeckt ist, welche unversehrt bleiben sollen, z. B. bei Feilen. Man muß daher beim Erhitzen die Stücke so zwischen die Kohlen legen, daß sie gut davon eingehüllt sind, und die Luft nirgends frei und unmittelbar darauf wirken kann. Noch besser ist es, vor dem Glühen die stählernen Gegenstände mit einem Breie aus Roggenmehl und Kochsalzlösung oder mit weicher Seife zu überziehen, oder sie in einer eisenblechernen Büchse unter Kohlenpulver zum Glühen zu bringen.

Die absolute Festigkeit des ungehärteten Stahles ist bedeutend größer, als die des Stabeisens, und beträgt selbst 130 bis 140000 Pf. für 1 Q.Z. des Querschnittes; bei Anwendung geringerer Dimensionen würde sie sich ohne Zweifel, wie beim Stabeisen, noch größer zeigen. Gehärtet besitzt der Stahl

eine viel geringere Festigkeit. Bei einem gewissen Grade von Härte zeigt der Stahl einen sehr großen Grad von Elasticität. — Bei steigender Erhitzung zeigt die blanke Oberfläche des Stahles, in Folge eintretender Oxydation, die sogenannten Anlauffarben, was auch bei Stab- und Roheisen, obwohl minder schön, eintritt. Nach der zuerst erscheinenden blaß- oder strohgelben Farbe folgt mit allmälichen Uebergängen goldgelb, braun, purpurfarb, violet, dunkelblau, hellblau, und endlich grün, worauf Farblosigkeit eintritt. Bei weiter fortgesetzter Erhitzung, erscheinen dieselben Farben noch einmal in der nämlichen Folge nur mit minderer Intensität und schneller vorübergehend. Die Oberfläche des Stahles bleibt, wenn er in diesem Zustande aus der Hitze genommen wird, mit einer matten Haut überzogen; noch höhere Hitze bringt den Stahl sodann zum Glühen. Die auf der Oberfläche des Stahles entstandenen Farben sind dauernd, wenn man ihn sogleich aus dem Feuer bringt und ablöscht, um zu vermeiden, daß die in demselben enthaltene Wärme noch die folgende Farbe hervorrufe (Nachlaufen des Stahles). So wie Stahl schon früher als Stabeisen mit Farben anzulaufen anfängt, so laufen ungleich harte Stellen in einem und demselben Stücke auch nicht gleichzeitig bis zu derselben Farbe an; ungleichmäßige Erhitzung hat denselben Erfolg, auch hiedurch erscheinen die Farben an verschiedenen Stellen ungleich schnell, wodurch ein fleckiges Ansehen bewirkt wird. — Die Entstehung dieser Farben gibt ein Mittel an die Hand, den Temperaturgrad zu erkennen für das Anlassen des gehärteten Stahles, um den daraus angefertigten Gegenständen einen Theil ihrer Härte, und die damit verbundene, für den Gebrauch nachtheilige Sprödigkeit zu nehmen. Dieses Anlassen geschieht durch gelindes Erhitzen der gehärteten Gegenstände, bis die erforderliche Anlauffarbe erscheint, indem die Härte desto mehr abnimmt, je mehr derselbe erhitzt wird, daher man auch Stahlwaaren, bei denen Härte das Haupterforderniß ist, nur wenig, hingegen jene, wo ein gewisser Grad von Zähigkeit und endlich hauptsächlich Elasticität erfordert wird, mehr und selbst bis zur blauen Farbe anlaufen läßt.

Die gelbe Farbe mit ihren nächstfolgenden Uebergängen eignet sich vorzüglich für feine chirurgische Instrumente, Rasirmesser u. dgl., die folgenden für Federmesser, dann für gewöhnliche Tischmesser, ferner für Hobeleisen, Aexte, Meißel u. s. w., die violete und blaue Farbe, bei welcher der Stahl ausgezeichnete Biegsamkeit und Elasticität erhält, dienet für Klingen, Uhrfedern, und endlich die dunkelblaue Farbe für Sägeblätter, bei denen die stärkste Verminderung der Härte und Sprö-

digkeit verlangt wird; die blaue Farbe wird an manchen Gegenständen auch als Zierde hervorgerufen. Wenn auch im Allgemeinen die später erscheinende Farbe eine größere Abnahme der Härte anzeigt, so ist es dem vorher Gesagten zu Folge doch möglich, daß z. B. ein strohgelb angelassener Stahl dieselbe Härte besitzt, als ein bis zur goldgelben angelassener einer andern Sorte.

Die Erhitzung geschieht über Kohlenfeuer, auch durch Hinziehen über stark erhitztes oder glühendes Eisen, der Gleichmäßigkeit wegen am besten in einem Metallbade, worauf man den Stahl legt. Durch folgende Metallmischungen erhält man bei ihrem Schmelzpunkte die beigesetzte Anlauffarbe.

	Schmelzpunkt:	Anlauffarbe:
Metallmischungen aus 2 Thl. Blei u. 1 Thl. Zinn;	180°,	strohgelb.
» » 9 » » » 4 » »	190°,	dunkelgelb.
» » 3 » » » 1 » »	200°,	purpurroth.
» » 9 » » » 2 » »	210°,	violet.
Blei ohne Zusatz	258°,	dunkelblau.

Wird ein hartes Stahlstück nur theilweise erhitzt, so wird es natürlich auch nur an diesen Theilen weich. An vielen Werkzeugen müssen einzelne Theile nachgelassen, auch wohl ganz weich gemacht werden, z. B. an Feilen die Angel, an Meißeln das Ende, worauf mit dem Hammer geschlagen wird (wenn nicht dieses Ende von Eisen an den Stahl angeschweißt ist), an Sägeblättern das Ende, das zur Befestigung durchlöchert werden muß u. s. w. Bei kurzen und dünnen Stücken wird beim Erhitzen des einen Endes leicht auch das andere so heiß, daß es weich wird; man steckt daher den Theil, der hart bleiben soll, z. B. bei kleinen Metallbohrern, in einen kalten und feuchten Körper.

Der Stahl ist schmiedbar, läßt sich schweißen und schmilzt endlich in hohen Hitzegraden; er vereinigt dadurch die Haupteigenschaften des Roh- und Stabeisens, was ihn zu einem um so schätzbareren Materiale für die Gewerbe macht. Der Stahl schweißt früher, als das Eisen, läßt sich auch mit diesem zusammenschweißen (z. B. an Aexten und Meißeln u. dgl. braucht nur der geschärfte Theil von Stahl zu sein). Das Schweißen des Stahles ist mit Schwierigkeit verbunden, da derselbe bald über der Schweißhitze zerfährt (berstet und sich abbröckelt). — Der Schmelzpunkt des Stahles liegt höher, als der des Roheisens; das Schmelzen desselben muß, um ihm nichts von seiner Güte zu nehmen, bei gänzlich abgehaltenem Luftzutritte geschehen, z. B. unter einer Glas-, aber nicht unter einer Kohlendecke. Geschmolzener Stahl enthält weder unganze, noch ungleich harte Stellen,

sondern zeigt sich als vollkommen gleichartig durch die ganze Masse, ein Vortheil, der nur durch den flüssigen Zustand, mithin bei Stabeisen nie erreicht werden kann.

Nebst dem wesentlichen Bestandtheile, dem Kohlenstoffe, welcher, wie oben angegeben wurde, in veränderlicher Menge in dem Stahle enthalten ist, können sich auch kleine Mengen jener Stoffe in demselben vorfinden, die als zufällige Beimischungen des Roheisens angegeben wurden.

395. Aus dem angegebenen Gehalte des Kohlenstoffes, des wesentlichsten Bestandtheiles der drei für die Technik so wichtigen Arten des Eisens, ist ersichtlich, daß keine scharfe Grenze zwischen denselben gezogen werden kann, sondern von dem fast kohlenstofflosen Stabeisen bis zu dem kohlenstoffreichsten Roheisen ein allmälicher Uebergang statt findet, wie nicht minder, daß eine Art des Eisens in eine andere umgewandelt werden könne, als: a. Roheisen wird zu Stabeisen durch Verlust des Kohlenstoffes bei anhaltendem Schmelzen, unter Einwirkung eines Luftstromes oder von Eisenoxyden (Eisenfrischen). b. Roheisen wird zu Stahl, wenn diese Verbrennung des Kohlenstoffes nur unvollständig geschieht, so daß noch eine hinlängliche Menge desselben zurückbleibt. (Stahlfrischen.) c. Stahl nimmt die Eigenschaften des Stabeisens an, und verliert die Fähigkeit, sich härten zu lassen, durch fortgesetztes Glühen unter Luftzutritt, (wird verbrannt); daher man sich zu hüthen hat, denselben zu überhitzen, oder zu oft in das Feuer zu bringen. Auch durch Glühen mit Eisenfeilspänen wird der Stahl weicher (entkohlt) und dem Stabeisen ähnlich. d. Stahl wird mürbe, verliert alle Festigkeit, und geht in einen roheisenartigen Zustand über, wenn er mit Kohle umgeben, einer lange anhaltenden Glühhitze bei abgesperrtem Luftzutritte ausgesetzt wird. e. Stabeisen mit Kohle umgeben, und vor dem Luftzutritte geschützt, wird zu Stahl; dasselbe erfolgt durch darüber geleitetes Kohlenwasserstoffgas (Cementstahl, Harteinsetzen des Stabeisens). Dauert diese Behandlung zu lange, so nimmt der Anfangs gebildete Stahl Roheisennatur an. f. Eben so wird Roheisen zu Stahl, wenn in selbes, während es geschmolzen gehalten wird, Stabeisen (Abgänge von Blech u. dgl.) eingetragen wird.

Bestreicht man Stabeisen und Stahl mit verdünnter Salpetersäure, so ist der dadurch entstandene Fleck an diesem viel dunkler als an jenem; die Ursache ist aus Vorigem leicht einzusehen. Ist, wie es im gewöhnlichen Stabeisen oder Stahle häufig der Fall ist, der Kohlenstoff ungleich vertheilt, oder sind Theile von verschiedenem Kohlenstoffgehalte mit einander gemengt, so zeigt

die geätzte und dann abgewaschene Oberfläche Flecke und Streifen von dunkler und heller Schattirung. Darauf beruht auch das Entstehen der Zeichnungen auf dem Damascenerstahle.

396. Legirungen des Eisens. Das Eisen ist fähig, sich mit den meisten andern Metallen zu vereinigen, jedoch zur technischen Anwendung wird niemals eine Legirung desselben absichtlich erzeugt, wenn nicht die des Stahles mit Silber, Platin, Rhodium u. s. w. hieher gerechnet wird. Indessen ist es von Wichtigkeit, den Einfluß derjenigen Metalle kennen zu lernen, welche in Folge der zum Verschmelzen genommenen Erze als fremde Beimischung des Eisens erscheinen können, so wie es vom Schwefel, Phosphor und Silicium unter den Verbindungen des Eisens mit den Nichtmetallen bereits angegeben wurde. — Kalium findet sich, wie es allenfalls erwartet werden könnte, selbst in dem mittelst Holzkohlen erblasenen Roheisen niemals vor, auch nicht in der Schlacke, obgleich es doch in der Asche der Holzkohlen in nicht unbedeutender Menge vorhanden ist. Absichtlich zugesetztes kohlensaures Kali, eben so Natron bei der Umwandlung des Roheisens in Stabeisen, wirkte nachtheilig auf die Schweißbarkeit desselben. — Calcium, welches durch Reduction der in den Erzen und Zuschlägen fast niemals fehlenden Kalkerde in die Verbindung mit dem Roheisen kommt, äußert, wenn es durch den Frischproceß nicht ganz entfernt wird, nachtheilige Einwirkung (selbst bei 0.18 Procent), die in Verminderung der Schweißbarkeit und im Aufspalten der Stäbe unter dem Hammer besteht (das Eisen wird hadrig). — Aluminium, von dem sich übrigens nur selten Spuren vorfinden, scheint ebenfalls sehr ungünstigen Einfluß zu haben. — Mangan, dieser sehr häufige, fast gewöhnliche Begleiter des Eisens, theilt demselben mehr Härte mit, ohne seiner Geschmeidigkeit und Zähigkeit Abbruch zu thun, wie es sich bei dem größten beobachteten Mangangehalte von 1.85 Procent zeigte; wieviel jedoch von demselben aufgenommen werden kann, ohne nachtheilig zu werden, ist nicht ausgemittelt. Mangan macht jedoch das Eisen nicht zum Stahle, wie man der Meinung war; wohl aber sind manganhaltige Erze vorzugsweise geneigt, weißes Roheisen und Stahl zu geben, wobei das Mangan jedoch nicht selbst in die Zusammensetzung mit dem Eisen tritt, sondern nur auf die Art wirkt, daß es den die Stahlbildung bedingenden Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen leichter herbeizuführen im Stande ist. Es findet sich oft in den besten Sorten von Gußstahl kaum eine Spur von Mangan, während umgekehrt Stabeisen zuweilen einen Mangangehalt zeigt. — Titan kommt in einigen norwegischen Eisen-

erzen vor, und macht dieselben so strengflüssig, daß bei zu großem Gehalte desselben, deren Benützung unterbleiben muß. Sonst scheint das Titan nicht nachtheilig zu sein, sondern macht das Eisen noch härter und fester. — Chrom. Von diesem Metalle finden sich, so wie von dem vorhergehenden, nur ganz geringe Beimischungen im Roheisen; sie werden durch den Frischproceß vollständig abgeschieden. Stahl absichtlich unter Zusatz von Chrom dargestellt, soll von vorzüglicher Güte sein. — Kobalt. Versuchen zu Folge nimmt Eisen davon auf, ohne an Dehnbarkeit zu verlieren; eben so bleibt es durch Wismuth tadellos. — Nickel benimmt dem Eisen bei 10 Procent etwas an Dehnbarkeit. Dieses Metallgemisch ist dem Rosten weniger unterworfen, als Eisen. Stahl mit Nickel (Meteorstahl genannt, da Nickel im Meteoreisen gefunden wird) wurde sehr gepriesen, ist aber dem Rosten sehr unterworfen. — Arsen zerstört die Dehnbarkeit schon bei 1.6 Procent; es läßt sich nicht ganz durch Glühen verflüchtigen. — Antimon macht bei 0.114 Procent das Eisen schon sehr kaltbrüchig; durch 0.23 Procent wird es überdieß rothbrüchig, und verliert die Schweißbarkeit. Antimonerze sind nur selten Begleiter der Eisenerze, müssen aber sorgfältig ausgeschieden werden. — Zink. Beigemengte Zinkerze sind beim Ausbringen des Eisens aus seinen Erzen nicht nachtheilig, indem das erblasene Roheisen beim Frischen ein untadelhaftes Eisen gab, in welchem sich keine Spur von Zink vorfand. — Blei wird vom Eisen directe nicht aufgenommen. In der Schriftgießerei für die großen Lettern jedoch wird auf 3 Blei und 2 Antimon 1 Eisen zugesetzt. — Zinn. Zwischen Zinn und Eisen gibt es zwei constante Legirungen, eine aus 21 Zinn und 1 Eisen und die andere aus 1 Zinn und 2 Eisen. Nach Versuchen macht ein Zusatz von 1 Proc. Zinn das Eisen im höchsten Grade kaltbrüchig, vermindert seine Schweißbarkeit, und ertheilt ihm die Eigenschaft, in starker Hitze unter dem Hammer aus einander zu fahren; die Analyse weiset darin nur 0.19 Procent Zinn nach. — Kupfer. Roheisen soll durch einen Kupfergehalt härter, fester und zäher werden; Stabeisen hingegen verliert schon bei 0.286 Procent, wie es durch die Analyse gefunden wurde, die Schweißbarkeit. Eisen wird umgekehrt von Kupfer aufgenommen, wodurch auch dieses Nachtheil erfährt. — Silber selbst in höchst geringer Quantität, vermindert die Schweißbarkeit und bewirkt Rothbruch.

Verzinnen. Die große Verwandtschaft des Eisens zum Zinne erlaubt schon bei einer den Schmelzpunkt des letztern nicht viel übersteigenden Temperatur eine oberflächliche Legirung des Eisens mit dem Zinne, um ersteres gegen den Rost zu sichern, auch gegen den Angriff schwacher Säuren zu

schützen, und ihm zugleich eine gefälligere Außenseite zu geben (Verzinnen des Eisens). Der wichtigste Zweig der Eisenverzinnung ist die Darstellung des Weißbleches, wozu kleine dünne, eigens zu diesem Zwecke gearbeitete Bleche verwendet werden. Die Oberfläche des zu verzinnenden Eisens muß durch Beizen mit verdünnter Säure, nachheriges schwaches Glühen und Klopfen (wobei der Glühspan abspringt), endlich durch Einlegen in durch gährende Kleie sauer gemachtes Wasser und darauf folgendes Scheuern mit feinem Sand und Werg möglichst rein dargestellt werden. Die so vorbereiteten und bis zur wirklichen Operation des Verzinnens unter Wasser aufbewahrten Blechtafeln werden in geschmolzenen Talg und bald darauf in das Zinnbad gestellt, das unter einer Lage Talg geschmolzen erhalten wird. Von hier aus, wo man sie 1 bis 1½ Stunde verweilen läßt, werden sie in ganz reines Zinn eingetaucht, dann mit Werg auf beiden Seiten überfahren, um das Zinn zu vergleichen, und endlich in eine Pfanne mit Talg gestellt, um das überflüssige Zinn zu beseitigen, wonach sie mit Kleie abgerieben werden. — Wird verzinntes Eisenblech langsam bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt, dann durch Eintauchen in Wasser, Begießen oder Besprengen mit demselben abgekühlt, so kommt, wenn man die Oberfläche mit verdünnter Säure beizt, die krystallinische Textur des Zinnes zum Vorschein, und bildet nach Art dieser Behandlung sehr verschiedene Figuren (moirée metallique). Als Beize nimmt man sehr verdünnte Salzsäure mit Zusatz von wenig Salpetersäure. Die gebeizten Bleche werden mit Wasser abgespült, und mit verdünnter Kalilauge nachgewaschen; gewöhnlich überzieht man sie mit einem durchsichtigen Firnisse von beliebiger Farbe. Nebst Blech werden auch kleine aus Eisen gearbeitete Gegenstände, als Schnallen, Ringe, Haken, Stifte, Nägel u. dgl. auf ähnliche Art verzinnt. Letztere werden in der Artillerie für Pulverfässer verwendet, um ein Funkengeben beim Stoße mit einem harten Körper zu verhindern, ferner dienet Weißblech zur Erzeugung der Kartätschenbüchsen. — Roheisen läßt sich ebenfalls verzinnen, doch schwieriger. Sollen gußeiserne Gefäße verzinnt werden, so reicht das bloße Beizen nicht hin, sondern es muß die Oberfläche früher durch Abdrehen auf der Drehbank oder durch Schleifen mit Sand ganz blank gemacht werden. Die Verzinnung ist auf Gußeisen weniger haltbar, als auf Schmiedeisen. Das weiße Roheisen würde das Zinn noch leichter aufnehmen als das graue.

Verzinken. Das Eisen läßt sich auch mit Zink überziehen, aber weder eine angenehme Außenseite noch Unschädlichkeit für die Gesundheit

empfehlen diesen Ueberzug; denn abgesehen, daß das Verzinken bei Gefäßen, die für Eßwaaren u. s. w. bestimmt sind, nicht anzuwenden ist, unterliegen die verzinkten Gegenstände bei häufigem Gebrauche einer solchen Abschmutzung und Abreibung durch die Hände, daß es bedenklich erscheinen könnte. — In neuerer Zeit hat man das Zink als ein besonderes Schutzmittel gegen das Rosten des Eisens in Anwendung zu bringen gesucht, und derlei durch Zink gesichertes Eisen, galvanisirtes Eisen genannt. Während die früher angewendete Methode, Kupfer oder Eisen der Schiffsbeschläge vor dem schnellen zu Grundegehen im Meerwasser durch Zink zu versichern, auf die Art ausgeführt wurde, daß man jene Beschläge mit einem Stück Zink in wirkliche Berührung brachte und hiedurch eine galvanische Kette bildete, wodurch die beabsichtigte Wirkung erfolgte, so gehet man hier auf andere, und dieß verschiedene Art vor.

a. Man überziehet nämlich das Eisen ganz, so wie beim Verzinnen, mit geschmolzenem Zinke (eigentliches Verzinken). Der Schutz, den hier das Zink leistet, ist jedoch eben so wenig galvanische Wirkung als der oben durch das Zinn; sondern es wirkt hier, so wie dort und in vielen andern Fällen, nur das gänzliche Abhalten des Zutrittes der Luft. Zwar oxydirt sich das Zink schneller, als das Zinn, schützt aber dann noch ferner durch die entstandene Oxydschichte, welche nur schwierig weiter angegriffen wird. b. Eine andere Art der Galvanisirung war ein Firnißanstrich, dessen Grundlage feines Zinkpulver war, welches wie ein anderes Farbmateriale mit Firniß abgerieben wurde; aber auch in diesem Falle hat man nur eine Luft abhaltende Decke, doch keinen galvanischen Gegensatz. Hiebei zeigte sich der Uebelstand, daß das Zinkpulver in der Firnißflüssigkeit seines großen specifischen Gewichtes wegen sich sehr schnell zu Boden setzte, wodurch ein gleichförmiges Auftragen des Anstriches beinahe unmöglich wurde. Eiserne Kanonenröhre mit diesem Anstriche versehen, zeigten denselben, nachdem sie neun Monate den Witterungseinflüssen ausgesetzt waren, stellenweise abgeblättert, und die entblößten Stellen verrostet, auch ließ sich derselbe leicht durch mechanische Gewalt abreiben, z. B. mittelst Hebbäume, wie sie beim Lagern der Röhre angewendet werden müssen. Auch kam derselbe um 0.15 höher zu stehen, als der gewöhnliche Anstrich, der sich nach dieser Zeit vollkommen gut zeigte, so daß er nicht die geringste Erneuerung bedurfte. c. Endlich wurde die Galvanisirung des Eisens auch auf die Art vorgenommen, daß man polirte Gegenstände, die weder auf die eine noch die andere Art überzogen werden können, in feines Zinkpulver (galvanisches

Pulver) gelegt, oder in mit galvanischem Pulver bestrichenem Papiere eingewickelt aufbewahrte, in welchem Falle allein ein elektrischer Gegensatz erwartet werden könnte.

Darstellung des Roheisens.

397. **Eisenerze.** Das Eisen, das am häufigsten auf dem Erdkörper verbreitete Metall, ist im gediegenen Zustande mit Sicherheit nur als Meteoreisen gekannt. Es zeichnet sich als dieses durch einen hohen Grad von Weichheit aus, und durch die damastartige Zeichnung (Widtmannstädt'sche Figuren), wenn dessen polirte Oberfläche mit verdünnter Salpetersäure geätzt wird. In diesen Meteormassen ist das Eisen fast immer in Begleitung von Nickel; zuweilen finden sich in denselben geringe Mengen von Kobalt, Chrom, manchmal auch Schwefel.

Die verschiedenen Verbindungen, in denen das Eisen in der Natur vorkommt, sind nicht alle zur Gewinnung dieses Metalles geeignet. Man nennet hüttenmännisch betrachtet, nur diejenigen eisenhaltigen Mineralien Eisenerze, welche das Eisen in jener Menge und Verbindung enthalten, daß sie mit Vortheil dem Schmelzprocesse im Großen zu dessen Gewinnung unterworfen werden können. — Uebrigens sind gerade die nach dieser Bedingniß als Eisenerze anerkannten Verbindungen diejenigen, welche am häufigsten in der Rinde des Erdkörpers vorkommen. Hiezu gehören:

a. Eisenoxyd-Oxydul. Eisenoxyd-Oxydul, auch Magneteisenstein genannt, eines der vorzüglichsten Eisenerze, welches durch magnetische Eigenschaften, durch einen schwarzen oder grauen Strich, und einen starken Metallglanz, wenn es krystallisirt erscheint, ausgezeichnet ist; im erdigen Zustande, in welchem es auch vorkommt, führt es den Namen Eisenschwärze, Eisenmulm.

b. Eisenoxyd, charakterisirt durch eine mehr oder weniger rothe Farbe des Striches und des gepulverten Erzes, die sich durch Glühen nicht verändert. Es erscheint in zwei Hauptabänderungen: dunkelstahlgrau, metallisch glänzend, Eisenglanz, Eisenglimmer; grauroth oder bräunlichroth, wenig glänzend, Rotheisenstein in mehren Varietäten.

Die Benennungen: Eisenrahm, Eisenschaum, rother Glaskopf, Blutstein, Eisenocker u. dgl. beziehen sich auf zufälliges äußeres Aussehen, das wahrscheinlich nur die Folge eines verschieden dichten Gefüges ist, daher sich auch Rotheisenstein ziemlich leicht, Eisenglanz aber fast gar nicht in Säuren auflöset.

Rother Thoneisenstein ist ein inniges Gemenge von Rotheisenocker mit thonigen Fossilien, auch mit kohlensaurem Kalke; bei vorwaltendem Gehalte an Thon heißt derselbe Bolus, Röthel.

c. Eisenoxydhydrat, mit braunem oder gelbem Striche, und eben so gefärbtem Pulver, welche Farbe durch den Verlust des Wassers in der Glühhitze in das Bräunlichrothe umgeändert wird. Diese Verbindung kommt vor unter dem Namen Brauneisenstein mit 3 At. Wasser auf 2 At. Eisenoxyd. Bei einem großen Gehalte an Mangan, welches in kleinen Mengen fast immer in demselben anzutreffen ist, erhält er den Namen Schwarzeisenstein. — Das Eisenoxydhydrat kommt auch mit Thon oder selbst mit Sand so innig gemengt vor, daß es ganz gleichartig erscheint; solche Gemenge sind unter dem Namen Bohnenerz, und auch gelber und brauner Thoneisenstein bekannt. Auch Gelberde und Umbra gehören hieher. Ferner ist hieher zu rechnen: Raseneisenstein (Wiesensumpferz), weil dessen wesentliche Zusammensetzung Eisenoxyd und Wasser ist, ein leicht reducirbares und leichtflüssiges Erz, das jedoch in Folge eines Gehaltes an Phosphorsäure (1 bis 6 Procent) phosphorhaltiges Eisen liefert.

d. Kohlensaures Eisenoxydul, Spatheisenstein (Pflinz, Weißerz), welches unter den Verbindungen des oxydirten Eisens mit Säuren nur allein als eigentliches Eisenerz angesehen wird. Der Spatheisenstein verwittert allmälich an der feuchten Luft, wird dadurch lockerer, und endlich ganz in Eisenoxydhydrat verwandelt. Dieses durch die successive Zersetzung umgewandelte Erz, welches nur in chemischer Beziehung mit dem Brauneisensteine übereinstimmt, heißt von seiner Farbe Braunerz, und enthält oft einen Kern von Weißerz, wenn die von außen beginnende Zersetzung noch nicht ganz bis in das Innere fortgeschritten ist. Nicht alle hieher gehörige Erze erleiden diese Veränderungen gleich schnell. — Durch Rösten verliert der Spatheisenstein wohl auch seine Kohlensäure, verwandelt sich aber in Eisenoxyd-Oxydul; die mit Silicaten gemengte kohlensaure Verbindung führt den Namen Sphärosiderit und unterscheidet sich von dem vorgenannten Erze nicht wesentlich.

Die Verbindungen des oxydirten Eisens mit Kieselsäure kommen zwar nicht sehr selten in der Natur vor, machen aber nur in wenigen Gegenden das eigentlich zu verschmelzende Haupterz aus, weil sie meistens so viel kieselhaltige Erden enthalten, daß ihre Benützung auf Eisen nicht vortheilhaft sein würde; gewöhnlich werden sie mit andern Eisenerzen (z. B. Magneteisenstein) verschmolzen, in deren Begleitung

sie gefunden werden, wobei sie als flußbeförderndes Mittel dienen, und durch ihren eigenen Eisengehalt das Ausbringen derselben erhöhen. Das Eisen ist in denselben als Oxydul, in manchen auch als Oxyd enthalten.

Fernere Verbindungen des oxydirten Eisens, welche nur selten vorkommen, oder auch auf andere Art benützet werden, sind: die Verbindung des Eisenoxyduls (Oxyd) mit Titansäure im Titaneisen, nicht selten in Begleitung anderer Eisenerze, z. B. des Magneteisensteins; mit Chromoxyd im Chromeisensteine, mit Schwefelsäure (388.), mit Phosphorsäure, welches als Beimengung in mehren Eisenerzen, z. B. des Roth- und Brauneisensteines, in dem Thoneisensteine, vorzüglich in den Wiesenerzen vorkommt, und bei der mechanischen Aufbereitung der Erze so viel als möglich ausgeschieden werden soll; mit Arsensäure u. s. w.

Die Verbindungen des Eisens mit Schwefel können ebenfalls nicht auf Eisen benützt werden, indem die völlige Trennung des Eisens vom Schwefel, wenn auch nicht unmöglich, doch im Großen äußerst schwierig und kostspielig wäre; selbst andere Eisenerze, welche Schwefelkies zugleich enthalten, werden sorgfältig vermieden, da schon Spuren von zurückgebliebenem Schwefel das Eisen rothbrüchig machen. Eben so wird Arsenikkies nicht zu den Eisenerzen gezählt (harter und weicher Arsenikkies, $FeAs^2+FeS^2$ und $FeAs^2$).

398. **Vorbereitung der Erze.** Die aus ökonomischen Gründen nur durch Handscheidung und Klaubarbeit von den fremden in gröberen Stücken vorfindigen Beimengungen getrennten Erze werden zuerst durch längeres Abliegen an der Luft, oder durch wirkliches Rösten im mäßigen Feuer zur weitern Verarbeitung vorbereitet. Sowohl durch das Eine, als das Andere wird der Zusammenhang der Masse so vermindert, daß die festen Stücke locker und mürbe, und hiedurch für die Einwirkung der Reductionsmittel in der Glühhitze fähiger werden, auch lassen sich sodann fremde Beimengungen, wenn das Erz später noch gepocht oder zerschlagen wird, besser davon abscheiden. Obwohl eigentlich auf beide Arten derselbe Zweck erreicht wird, so ist doch die Aufschließung der Erze durch das Rösten nicht so mächtig und vollkommen, als durch das Verwittern, womit auch eine höhere Oxydation des Oxyduls verbunden ist. Manche Eisenerze jedoch, die einen festen Zusammenhang haben, erleiden diese Veränderung durch Einwirkung der Atmosphäre nicht, d. i. sie verwittern niemals von selbst, z. B. Eisenglanz, Magneteisenstein, sondern sie müssen durch Rösten aufgeschlossen werden; andere brauchen jahrelange zur Verwitterung, daher es vortheilhaft ist, um nicht zu so großen Vorräthen gezwungen zu sein, sie durch Rösten aufzulockern, wonach sie

durch Liegen an der Luft weit schneller mürbe werden. — Das Rösten der Erze hat ferner den Zweck, das chemisch gebundene Wasser der Hydrate und die Kohlensäure des Spatheisensteines auszutreiben, wie auch alles hygroskopisch angezogene Wasser zu entfernen, um diese Abscheidung nicht erst für den Schmelzofen aufzusparen, wo des großen statt findenden Druckes wegen, die Verflüchtigung des Wasserdampfes und der Kohlensäure sehr erschwert ist, zugleich auch viel Wärme gebunden wird, wodurch der Ofen eine Abkühlung erleidet, wenigstens eine große Wärmemenge für jede andere Leistung verloren gehet. Je höher übrigens der Ofen, und je größer die Hitze ist, die darin hervorgebracht wird, desto weniger ist von dem Einflusse eines schwach gerösteten Erzes zu besorgen, indem der Zusammenhang desselben schon mit Leichtigkeit in dem oberen Theile des Schachtes überwunden wird, daher das Rösten bei Erzen, die es nicht so nothwendig haben, in diesem Falle unterbleibt. — Das Rösten der Erze wird aber zur unerläßlichen Bedingniß, wenn dieselben Schwefelkies eingesprengt enthalten; denn obwohl man derlei Erze so sorgfältig als möglich vermeidet, so läßt sich doch eine geringe Beimengung desselben oft gar nicht verhindern. In diesem Falle müssen die Erze stärker geröstet werden, als in den beiden frühern Fällen; auch pflegt man sie nach dem Rösten im Wasser abzulöschen oder längere Zeit der feuchten Luft dünne ausgebreitet auszusetzen, um die durchs Rösten erzeugten schwefelsauren Salze auszulaugen. Phosphorsaures Eisenoxyd enthaltende Erze können auf diese Art durch Rösten nicht verbessert werden.

Das Rösten geschieht entweder im Freien (in Haufen), oder in Stadeln, oder in eigenen Oefen. Der Hitzegrad, welcher sich im Allgemeinen nach der Zusammensetzung und Festigkeit des Erzes richtet, darf nie bis zur Verglasung der Oberfläche steigen, wodurch die nachfolgende Reduction erschwert würde. Aus dieser Ursache wendet man das zu röstende Erz nicht in gar zu großen (nicht mehr als ¼ Kb. F. betragenden) Stücken an, weil entweder rohe Kerne bleiben würden, oder falls diese doch durchgebrannt werden sollten, der genannte Nachtheil der oberflächlichen Verschlackung eintreten müßte.

Das Rösten in Haufen ist einfach, aber unvollkommen. Ueber eine Schichte von kleinem Holze oder groben Steinkohlen kommen abwechselnde Schichten von Erz und Brennmateriale, bis auf eine, übrigens ziemlich gleichgültige Höhe, wo das Auffahren des Erzes schon zu beschwerlich würde. — Zur Ersparung von Brennmateriale und zur Erzielung eines gleichförmigen Hitzegrades umgibt man die Röststätte auf den drei, dem Winde

am meisten ausgesetzten Seiten (zuweilen auch von allen vier Seiten) mit Mauern von selbst 10 bis 12' Höhe, in denen zur Regulirung des Luftstromes (bei stürmischem Wetter u. s. w.) Löcher angebracht sind. Hiedurch wird vermieden, daß die dem Zuge am meisten ausgesetzten Erze schon zum Verschlacken gebracht sind, während die andern noch roh bleiben. Auch hier kommen über das auf der Sohle des Stadels gelegte Brennmateriale (Holz, Holzabfälle, Kohlen) abwechselnd Schichten von Erz und Brennmateriale. Die Dauer des Röstens richtet sich nach der Größe der Stadeln, und dauert acht und mehre Tage fort. Häufig hat man zwei derlei Stadeln neben einander, wovon der eine im Betriebe ist, während man aus dem andern die Erze auszieht. — Auf gleiche Weise bedient man sich der Oefen, in welche ebenfalls Brennmateriale mit Erz schichtenweise von oben eingetragen wird, während man von unten das Erz auszieht, wodurch also der Vortheil einer fortdauernden Operation verbunden ist. Am zweckmäßigsten ist es, wenn die Natur des Erzes es gestattet, sich ähnlicher Oefen, wie zum Kalkbrennen zu bedienen, wobei jedoch ein Brennmateriale angewendet werden muß, das mit Flamme brennt.

Bevor man nun die Erze wirklich zum Verschmelzen nehmen kann, müssen sie noch verkleinert werden, was entweder mit Handfäusteln geschieht oder mittelst Pochhämmer, Pochstempel u. s. w., um durch Vermehrung der Oberfläche die Einwirkung der Kohle zu befördern, und die Reduction zu erleichtern. Zu große Zerkleinerung muß jedoch vermieden werden, um nicht das Ersticken des Ofens herbeizuführen. Die Zerkleinerung der Erze durch Menschenhände ist zwar sehr kostbar, allein sie erlaubt ein reineres Ausscheiden der tauben Gebirgs- oder Gangart.

399. Soll nun das Eisen aus diesen so vorbereiteten Erzen gewonnen werden, so muß man nicht nur allein trachten, das enthaltene Oxyd durch Kohle zu reduciren, sondern auch gleichzeitig zur Einhüllung dieses reducirten Eisens, Verbindungen aus Kieselsäure mit Erden, d. i. Schlacken zu bilden, welche in den gehörigen Fluß gebracht werden, ohne daß diese Schmelzung durch ein Hinzutreten von Eisenoxydul bedingt wird, womit ein bedeutender Verlust an Eisen verbunden wäre. — Würde man sehr reiche Erze, die nur eine ganz kleine Quantität von Erden enthalten, für sich verschmelzen, so würde das durch die Einwirkung der Kohle reducirte und flüssig gewordene Roheisen durch die Gebläseluft zum Theile wieder oxydirt und durch Wechselwirkung dieses oxydirten und des übrigen kohlehaltigen Roheisens, mit großem Verluste an Eisen, ein strengflüssiges, stabeisenartiges oder stahlähnliches Product erhalten werden, welches sich

an den Wänden des Schmelzraumes ansetzen, den Ofen ersticken, und so den Fortgang der Arbeit unmöglich machen würde.

Reine Erden sind zur Schlackenbildung nicht hinreichend, da sie weder für sich allein, noch mit einander vermengt, in vollkommenen Fluß gebracht werden können; sie wären daher einerseits nicht im Stande, das reducirte Eisen gegen den Windstrom zu sichern, sondern würden sogar das Zusammenfließen der Eisentheilchen verhindern, und wollte man doch ein solches Abfließen, Aussaigern des durch Aufnahme von Kohlenstoff flüssig gewordenen Eisens zugeben, so müßte der Schmelzproceß dennoch unterbrochen werden, um das durch den Windstrom größtentheils unschmelzbar gewordene, stahlartige Product auszubrechen, wie auch, um den Ofen von der ungeschmolzenen, nur zusammengesinterten Masse der Erden wieder zu reinigen. Anders gestaltet es sich, wenn Kieselerde zugesetzt wird, welche obwohl für sich ebenfalls unschmelzbar, mit den Erden als negativer Bestandtheil salzähnliche, schmelzbare Verbindungen, Silicate bildet. In diesem Falle wird das flüssig gewordene Roheisen durch die gleichzeitig gebildete Schlacke eingehüllt, vor jener nachtheiligen Umwandlung in unschmelzbares Eisen geschützt und der unausgesetzte Betrieb des Ofens gestattet sein, da beide, Eisen und Schlacke, sich im Ofen herabsenken, am Boden der verschiedenen specifischen Gewichte wegen, leicht von einander sich sondern, und abgelassen werden können. Um aber den Zweck dieser Einhüllung sicher zu erreichen, müssen die Schlacken bildenden Substanzen in der hinlänglichen Menge vorhanden sein; auch ist ein solches Verhältniß ihrer Bestandtheile nothwendig, daß die Schlacke weder zu leicht- noch zu strengflüssig ausfalle, wie es aus dem Processe im Hohofen klar werden wird.

Selten nur findet man für sich schmelzbare Eisenerze, in denen das oxydirte Eisen mit einem solchen schmelzbaren Gemenge von Erden und Kieselsäure vorhanden ist, wie es gefordert wird. Man ist daher gezwungen, die reicheren Erze mit ärmeren so zu versetzen, zu gattiren, daß die Gattirung einen Eisengehalt von etwa 50 Proc. enthält, und die in ihnen enthaltenen fremden Substanzen einander wechselseitig als Flußmittel dienen. Wenn dieselben jedoch durch die Gattirung nicht in ein für die Bildung einer gehörig flüssigen Schlacke günstiges Verhältniß gebracht werden können, so ist man genöthiget, unhaltige Erden, taube Zuschläge, zuzusetzen, d. i. die Eisenerze zu beschicken, um den Erdengehalt derselben in Fluß zu bringen. Sowohl die Art, als die Menge der Zuschläge, hängt theils von der Beschaffenheit des Erzes, theils von der Hitze ab, die in dem zu Gebote stehenden Ofen hervorgebracht wird.

Erze z. B., die keine Kieselerde, sondern bloß Thon-, Kalk- oder Bittererde in ihrer Mischung enthalten, verlangen Zuschläge von Kieselsäure und zwar in verschiedenem Verhältnisse derselben; so soll sich bei überwiegender Menge der Thonerde die Schlacke mehr dem einfachen Silicate, hingegen bei vorwaltender Kalk- und Bittererde gegen die Thonerde mehr dem Bisilicate nähern, und bei einem großen Gehalte an Kalkerde, selbst zum Trisilicate werden. Erze, die viel Manganoxyd enthalten, müssen so beschickt werden, daß die Schlacke, um nicht zu leichtflüssig zu werden, ein Trisilicat wird. — Eisenerze mit überwiegender Menge von Kieselsäure sind immer sehr leichtflüssig und zur Verschlackung geneigt; man setzt daher Kalkstein zu, rein oder thonhaltig, je nachdem Thonerde schon in der Mischung der Erze ist oder nicht. — Erreicht man durch bloße Gattirung den Zweck der Beschickung, so ist ein großer ökonomischer Vortheil erreicht. — Außer den angeführten Zuschlägen von Quarz, Thon, Mergel, Kalkstein gibt es auch noch andere Mineralien, die den Fluß der Erze sehr befördern, oft auch wegen ihres Eisengehaltes zu einer stärkern Eisenausbringung beitragen. Hieher gehören alle Silicate, welche oxydirtes Eisen enthalten, und welche, wenn der Eisengehalt zunimmt, zu den Kieseleisensteinen gerechnet werden müssen, als: Hornblende, Wacke, Basalt, Granat. — Mangel an Kieselerde oder Ueberfluß an Erden bewirken bei großer Hitze des Ofens die Erzeugung von sehr grauem Roheisen mit steifer ungefärbter, kein Eisenoxydul enthaltender Schlacke; Ueberfluß an Kieselerde oder Mangel an basischen Erden die Bildung von weißem Roheisen und dunkel gefärbter, viel Oxydul enthaltender Schlacke.

Ehe daher ein noch nicht gekanntes Erz dem Betriebe unterworfen wird, wäre es von großem Vortheile, die Bestandtheile desselben zu kennen, wozu man nur durch eine Probe auf nassem Wege gelangen könnte; eine Arbeit, die, wenn sie gründlich durchgeführt werden soll, nicht nur viel Zeit und Mühe erfordert, sondern auch nicht von Jedem mit Zuverlässigkeit erwartet werden kann. Man begnügt sich daher, die Zusammensetzung auf diesem Wege nur beiläufig, besonders in Bezug der vorherrschenden Erdbasen, der Kieselsäure, der Kohlensäure, und des Hydratwassers kennen zu lernen, um wenigstens annähernd die Art der Behandlung, welche vor und beim Verschmelzen zweckmäßig sein dürfte, kennen zu lernen, so wie auch, um in der Wahl der Zuschläge geleitet zu werden. Auch einer Probe auf trockenem Wege unterwirft man das zu prüfende Erz, indem man es in einem Tiegel mit Kohle unter Anwendung eines Flußmittels der Glühhitze aussetzt, nachdem man das Hydratwasser und die Kohlensäure, um ein Aufwallen zu verhindern, durch Glühen ausgetrieben hat. Diese Proben auf trockenem Wege sind aber keineswegs geeignet, den Schmelzproceß im Großen zu controlliren,

da Menge und Art der Flußmittel, Größe und Dauer der Hitze, selbst das Verhältniß der Massen, welche auf einander einwirken, und hier in eine viel innigere Berührung kommen, endlich auch die Verschiedenheit der Durchführung des Processes im Ofen und im Tiegel einen entschiedenen Einfluß auf die Menge des Kohlenstoffes und die Art seiner Verbindung mit dem Eisen, so wie auch auf den Gehalt der Erdenmetalle in dem letzteren ausüben.

400. **Oefen.** Zur Darstellung des Eisens aus seinen Erzen werden die nach Vorigem zweckmäßig gattirten oder mit passenden Zuschlägen beschickten Erze, mit Brennmateriale abwechselnd geschichtet, in einen Schachtofen, welcher durch einen künstlichen Windstrom gespeiset wird, eingetragen. — Man unterscheidet Eisenschmelzöfen mit geschlossener, und solche mit offener Brust, und nennet erstere Blau- (Bla-, Blase-, Floß-) Oefen, letztere Hohöfen. (Nicht selten wird auch der Name Hohofen für beide dieser Arten gebraucht.) Jeder Eisenschmelzofen Fig. 36 u. 37, besteht aus dem den Ofenraum A unmittelbar bildenden, aus feuerfesten Materialien erbauten Kernschacht xx, und dem die Kernschacht umgebenden Mauerwerke: Rauhschacht yy, und Rauhmauer zz. Der Kernschacht hat die Gestalt zweier, einander jedoch nicht gleicher abgestutzter Kegel, die an ihrer größern Grundfläche vereiniget sind; die obere Oeffnung des Schachtes, wodurch er mit den Schmelzmaterialien gefüllt wird, heißt die Gicht, aa, die durch die erwähnte Construction ungefähr in der Mitte oder im ersten Drittheil der Höhe sich bildende Erweiterung, der Kohlensack, bb, die von da abwärts laufende, mehr oder weniger gegen den Horizont geneigte Fläche die Rast, cc. Von hier an zieht sich gewöhnlich der Raum sehr zusammen und bildet das Gestell B, den eigentlichen Schmelzraum, welcher aus dem feuerfestesten Materiale zusammengesetzt wird, das man nur erhalten kann. Im Gestelle befindet sich die Formöffnung, mit eingesetzter, halb cilindrischer, nach vorne sich verjüngender Röhre, der Form, in welche die Mundstücke, Düsen, der Windleitungsröhren treten. Fig. 40 zeigt die Form d, mit der Düse f in größerem Maßstabe. Derlei Formöffnungen sind gewöhnlich zwei, an den entgegengesetzten Seiten des Ofens angebracht, zuweilen jedoch nur eine; auch findet man Oefen, wo der Wind von drei Seiten bläst. Das Gestell theilt sich hiedurch in das Obergestell, von der Form bis zur Rast, und in das Untergestell, von der Form bis zum Boden oder zur Sohle des Ofens; in dem Untergestelle ee sammelt sich das flüssige Roheisen und die Schlacke, daher dasselbe auch Eisenkasten, Herd,

genannt wird. An manchen Orten fehlt das Gestell und es bildet die fortlaufende Rast bis zur Form zugleich den Schmelzraum. Die Seite des Ofens, wodurch der Wind einströmt, heißt die Formseite, die entgegengesetzte von dieser Windseite (in so fern nicht zwei Formen einander gegenüberstehen); von den beiden andern heißt die eine die Arbeitsseite, wo Schlacke und Metall abgelassen werden, die entgegengesetzte die Rückseite E, E.. Fig. 38.

Das Fundament des Ofens erfordert viele Aufmerksamkeit, und dieses um desto mehr, je höher der Ofen werden soll, je größer mithin die darauf drückende Last ist. Von besonderer Wichtigkeit ist, daß nicht Feuchtigkeit durch dasselbe der Sohle des Ofens zugeführt wird, was den vortheilhaftesten Betrieb stören würde; man bringet daher in demselben Abzüchte oder Röschen i an, und legt sodann über eine von Lehm oder trockenem Sande geschlagene Schichte m, den die Sohle des Ofens bildenden Bodenstein n, über welchen dann weiter das Gestell aufgeführt wird. Der Durchschnitt des Gestelles, das sich in der Regel nach aufwärts allmälich erweitert, ist, wenn es aus behauenen festen Steinen (Steingestell) aufgeführt wird, immer viereckig, hingegen gewöhnlich rund, wenn es aus einer künstlichen Masse von Sand und Thon (Massengestell) gebildet ist. Im ersten Falle erhalten die dazu verwendeten Steine besondere Benennungen, nämlich: auf dem erwähnten Bodensteine liegen der Rückstein k, beiderseits an demselben die Backensteine, und vorne zwischen diese eingeschoben der Wallstein s. Hiedurch ist der ganze von rückwärts nach vorwärts längliche Eisenkasten oder das Untergestell gebildet.

Nur die hintere Hälfte dieses Untergestelles entspricht dem Obergestelle, wird daher durch Aufsetzen auf die Rück- und Backensteine erhöhet (Formstein und Windstein, in welch ersterem die Oeffnung für die Form eingehauen ist). Nach vorne zu liegt quer über die Backensteine der Tümpelstein t. Da dieser Stein sowohl durch den Luftzug, als auch durch die Instrumente, mit denen hier gearbeitet wird (Hohofengezähe), viel zu leiden hat, so ist er nach vorne zu mit einer gußeisernen Platte, Tümpelblech, versehen, welche auf dem Tümpeleisen, einer 3 bis 4″ im Quadrate starken geschmiedeten Eisenstange, ruhet; durch die nun weiter auf alle vier Seiten aufgesetzten Gemeinstücke wird das Gestell bis zur nöthigen Höhe gebracht.

Denkt man sich durch den über die Backensteine gelegten Tümpelstein eine lothrechte Ebene, so wird der zur Aufnahme des Eisens und der Schlacke gehörige Unterkasten, Eisenkasten, in zwei Theile getheilt, Vorder-

und Hintergestell, oder innerer Eisenkasten e und Vorherd e′; ersterer liegt daher gerade unter dem Schacht, letzterer ragt frei unter demselben hervor. Dieses ist die Einrichtung der oberwähnten offenen Brust, die den Hohofen insbesondere charakterisirt und in Fig. 39 in größerem Maßstabe dargestellt ist.

Fig. 38 stellet den Hohofen, gleich ober der Form horizontal geschnitten vor; Fig. 36 im verticalen Durchschnitte durch das Arbeitsgewölbe, Fig. 37 zur Hälfte in der Ansicht von außen gegen das Arbeitsgewölbe, zur Hälfte in einem auf dem vorigen senkrecht stehenden Durchschnitte.

Tritt aber das Untergestell nicht hervor, fehlt daher der Vorherd, so ist die Brust ganz geschlossen, und der Ofen wird insbesondere Blaofen, auch Floßofen genannt; in diesem Falle kann er auch ohne eigentlichem Gestelle sein, während es der Hohofen immer hat.

Im ersten Falle ist der Wallstein, welcher etwas kürzer ist, als die Backensteine, so zwischen dieselben eingeschoben, daß an der einen Seite der ganzen Höhe nach eine Spalte bleibt, welche zur Ablassung des Eisens und der Schlacke dienet, sonst aber mit schwerem Gestübe (Lehm und Kohlenklein) ausgefüllt ist; das Eisen kann übrigens aus dem Vorherde auch unmittelbar ausgeschöpft werden. Im zweiten Falle ist in der geschlossenen Brust eine auf gleiche Art geschlossene Oeffnung, Stich, Auge, zum Abfließen von Eisen und Schlacke angebracht.

Der hier beschriebene Kernschacht ist von einer oder mehren Rauhschachten yy umgeben, doch so, daß sechszöllige Zwischenräume bleiben, welche theils eine Ausdehnung des Mauerwerkes gestatten, theils auch zum Zusammenhalten der Wärme dienen. Zuweilen füllt man diese Zwischenräume mit Hohofenschlacke u. dgl. schlechten Wärmeleitern aus. Kern- und Rauhschacht sind mit dem Mantel, Rauhmauer zz umgeben, in der Abzugkanäle angebracht sind, um die Austrocknung zu erleichtern, und den Dämpfen ohne Gefahr des Zerspringens für das Mauerwerk einen Ausgang zu gestatten; aus dieser Ursache wird die Rauhmauer auch verankert.

Der Rauhmauer gibt man eine pyramidalische, gewöhnlicher eine kegelförmige Form, und construirt sie an dem untern Theile auf die Art, daß man durch mittelst eiserner Balken w unterstützte Gewölbe E (Arbeits- und Form- oder Blasegewölbe) zu dem von ihr entblößt stehenden Vorherde, und zur Form gelangen kann. Der obere Theil des Kernschachtes wird in das Rauhgemäuer so eingesetzt, daß Rast und Gestell von demselben unabhängig sind, um diese bei dem viel früheren Zugrundegehen ausbrechen, und neu einsetzen zu können, was man unter Zustellung des Ofens

begreift. Von der Gicht aufwärts wird die Rauhmauer um 10 bis 12′ verlängert, Gichtmantel pp, um die aus der Gicht strömende Flamme gegen den Druck heftiger Winde zu schützen, und Feuersgefahr zu verhüten. Endlich ist um den Ofen herum ein Hüttengebäude aufgeführt, das den hinlänglichen Raum haben muß, um alle zum Betriebe des Ofens erforderlichen Arbeiten vornehmen zu können. Unter der Bedachung desselben, in der Höhe der Gicht, wird das mittelst Gichtaufzüge in die Höhe gebrachte, oder über Gichtbrücken, von dem Berge, wo sich das Gebäude anlehnt, herbeigeschaffte Erz gattirt und beschickt, um es sammt dem Brennmateriale in den Schacht des Ofens bei v aufgeben zu können.

Die in früherer Zeit im Gebrauche gewesenen Stück- oder Wolfsöfen, Schachtöfen von 10 bis 16′ Höhe, in denen man nur leicht reducirbare und leicht schmelzbare Erze bei niedriger Temperatur verschmolz, gestatteten kein vollkommenes Ausbringen des Eisens, auch lieferten sie eigentlich nicht Roheisen, sondern ein stahlartiges Product, welches sich auf der Sohle des Ofens in einem Stücke, Guß, Wolf, ansammelte, und mit jedesmaliger Unterbrechung des Schmelzbetriebes herausgenommen werden mußte, worauf es weiter auf Stabeisen oder Stahl, je nachdem es zu einem oder dem andern geeigneter erschien, verarbeitet wurde. Diese Oefen waren sonst in Kärnthen, Krain und Steiermark in großer Menge anzutreffen, sind aber wegen ihrer Materialienverschwendung ganz abgeschafft. In Ungarn, auch in Deutschland findet man jedoch an einigen Orten noch diesen Stückofenbetrieb. — Die Erwähnung dieser Oefen gehörte eigentlich unter die Abhandlung der Stabeisen- und Stahlbereitung, findet aber auch hier ihren Platz aus der Ursache, weil sie den Blaöfen, die durch Erhöhung des Schachtes derselben gebildet wurden, in der Zeitfolge vorangehen.

Vergleicht man die an verschiedenen Orten zum Verschmelzen der Eisenerze in Anwendung stehenden Schachtöfen, so findet man mehr oder minder bedeutende Abweichungen. Selbst darin stimmt man nicht überein, ob Oefen mit offener oder mit geschlossener Brust größeren Vortheil gewähren, indem man an einigen Orten den Hohöfen, an andern den Blaöfen den Vorzug gibt; eben so haben an einigen Orten die Blaöfen ein Obergestell, an andern wagt man es nicht einmal, die Hohöfen mit demselben zu versehen, ohne nicht schlimme Folgen davon zu befürchten. Die Oefen ohne Obergestell haben eine ziemlich übereinstimmende Schachtconstruction und die Abweichungen sind unwesentlich. Man versieht die Schächte überall mit einem Kohlensacke, obwohl man denselben nicht immer in einerlei Höhe vom Bodensteine anbringt ($^1/_3$ bis $^2/_7$ der Höhe des Ofens), indem man den Theil des Kernschachtes, der sich an das Untergestell anschließt, bald mehr, bald weniger zusammenzieht, wonach auch die Gestalt des Schachtes, wenn man ihm nicht die zweier abgekürzter Kegel gibt, auf mancherlei Weise abgeändert erscheint. — Eben so verschieden ist die Höhe der Oefen. Im Allgemeinen richtet sich die Höhe der Oefen nach der Hitze, welche in

denselben hervorgebracht werden kann, um alle Wärme, die erzeugt wird, benützen zu können, was nur dann der Fall ist, wenn die Gase bei Oefen von verschiedener Höhe immer gleich heiß ausströmen. Die im Innern erzeugte Hitze aber richtet sich nach der Beschaffenheit des Brennmateriales und nach dessen Menge, welche gleichzeitig verbrennt. Diese Menge aber wird durch die Beschaffenheit des Erzes (in Bezug seiner Schmelzbarkeit, Eisengehaltes) und durch die Größe der Production, die gefordert wird, bedingt, daher auch die Weite des Kohlensackes danach angenommen wird. Auch die Qualität des Roheisens, die erzielt werden soll, ist nicht ohne Einfluß. In jedem Falle ist vorausgesetzt, daß die nach der Menge der Kohle erforderliche Menge der Luft mit der nach ihrer Beschaffenheit nothwendigen Pressung zu Gebote stehe, widrigenfalls alle Bestimmungen von hier aus gemacht werden müssen. — Man hat Oefen, die nicht höher als 19 bis 20′ sind, aber auch solche, deren Höhe auf 35 bis 40′ und selbst darüber steigt; Coakshohöfen erreichen wohl auch eine Höhe von 50′. Die Weite des Kohlensackes beträgt bei Holzkohlenöfen $1/5$ bis $2/7$, bei Coakshohöfen $1/4$ bis $1/3$ der Höhe.

Bei den mit Obergestell versehenen Oefen reihen sich hier noch die Abweichungen an, welche bei verschiedenen Oefen in Bezug auf die Höhe und Weite der Gestelle (unten und oben an der Rast), auf die Neigungswinkel, unter welchen sich die Rast mit dem Gestelle verbindet, u. s. w. gefunden werden.

401. **Brennmateriale.** Als Brennmateriale verwendet man zu den Hohöfen:

a. Holzkohlen. Ganz frische Holzkohlen verbrennen leichter, sind also nicht so wirksam, als andere, die schon einige Wochen vor Nässe geschützt gelegen haben; untauglich aber sind nasse Kohlen, da sie einen beträchtlichen Theil der Hitze zum Verdampfen des erhaltenen Wassers verbrauchen. Ueberhaupt hängt die Wirkung der Kohlen bei gleichem Volum von ihrem Gewichte, daher von ihrer Dichtigkeit ab; die dichtere ist immer die schwerer verbrennliche, welche daher auch einen dichteren Wind, d. i. eine größere Luftpressung erfordert, damit sie nicht ohne jenen Grad der Hitzeentwicklung verbrenne, den sie hervorbringen kann. Uebrigens ist die Güte der Kohlen auch abhängig von der Behandlung des Holzes bei der Verkohlung. Je schwerer schmelzbar, und je reicher an Eisen das Erz ist, desto mehr Brennmateriale braucht man.

b. Coaks. Außer einem größeren Aschengehalte unterscheiden sie sich in ihrer chemischen Beschaffenheit nicht von den Holzkohlen, sie haben nur ein dichteres Gefüge, enthalten folglich unter gleichem Volum mehr Kohlenstoff als Holzkohlen, erregen daher auch bei einem verhältnißmäßig verstärkten Luftzuge eine größere Hitze in demselben Raume. Hiebei ist jedoch zu bemerken, daß Coaks, deren Aschengehalt mehr als $3^1/_2$ bis 5 Proc.

beträgt, sich nicht mehr ohne Unbequemlichkeit verwenden lassen, indem mehr Asche Strengflüssigkeit im Ofen bedingt, und die Hitze, welche solche Coaks entwickeln, immer geringer wird, so daß selbst der Ofen bei dem heftigsten Gebläse nicht mehr in Hitze erhalten werden kann.

Der Betrieb des Hohofens mit Holzkohlen ist einfacher und leichter; auch hängt die Beschaffenheit des Productes (nicht die Quantität) weniger von der Beschaffenheit des Brennmateriales hiebei ab, als beim Coaksbetriebe, bei welchem wohl ein reineres Ausschmelzen des Eisens aus seinen Erzen durch die nothwendig erforderliche größere Hitze bewirkt wird, als bei jenem erreicht werden kann, wogegen aber auch das Roheisen offenbar mehr Erdbasen aufnimmt und unreiner ausfällt, daher eine größere Vorsicht beim Verfrischen erfordert, und jederzeit einen größeren Abgang bedinget. In ökonomischer Hinsicht werden die Preise des Holzes und der Steinkohlen entscheiden, wobei die erforderliche größere Höhe der Oefen, das nothwendig stärkere Gebläse u. s. w. nicht unberücksichtiget bleiben dürfen.

c. Holz und Steinkohle im unverkohlten Zustande. Bis auf die neuesten Zeiten hielt man die Anwendung des unverkohlten Brennmateriales zum Ausbringen des Eisens aus seinen Erzen fast für ganz unausführbar. Gegenwärtig aber hat man dieselben entweder ganz roh, oder doch nur zum Theile verkohlt anzuwenden versucht, und dieses entweder allein, oder zugleich mit verkohltem Materiale. Eine solche Substitution der Coaks durch rohe Steinkohlen hat bereits in vielen Hohöfen Schottlands und Englands statt gefunden, in Wales sind unvollständig verkohlte Coaks nicht allein ohne Nachtheil, sondern sogar mit Vortheil angewendet worden. Der Erfolg von der Anwendung der rohen Steinkohle hängt aber immer von ihrer Beschaffenheit ab, und ist nur bei mageren Steinkohlen vollständig. Backende Kohlen können durch ihr Zusammenschmelzen den Durchzug der Gase verhindern, und Veranlassung zu Explosionen geben, welche glühende Kohlen und Erz aus der Gichtöffnung hinauswerfen. In Frankreich hat man in einigen Orten den früher aus Coaks bestehenden Kohlengichten ¾ bis ⅗ Gewichtstheile rohe Steinkohlen mit Vortheil zugesetzt. Die Anwendung dieser Rohmaterialien findet aber nur unter der Wirkung der erhitzten Gebläseluft (wovon später) statt.

Aehnliche Vortheile erlangt man unter gewissen Umständen von dem Holze. Die besten Resultate scheinen zu erfolgen, wenn das Holz zu demjenigen Punkte verkohlt ist, daß es durch die ganze Masse die Farbe der Chocolate oder des gebrannten Kaffees hat. — In Bezug des Torfes als

Brennmateriale für Hohöfen hat sich aus angestellten Versuchen ergeben, daß derselbe die Holzkohlen nicht ersetzen kann, und daß auch die Kohlenersparung durch Zusatz einer gewissen Menge Torf in keinem Verhältnisse zu den nachtheiligen Folgen stehet, die sich besonders bei einer längeren Anwendung desselben vermöge der beträchtlichen Menge Asche äußern.

402. **Gebläse.** Die zum Betriebe der Eisenschmelzöfen erforderliche Luft wird durch Gebläse in den Ofen geschafft, d. i. durch Vorrichtungen, in denen in Folge einer Raumvergrößerung Luft geschöpft, und diese sodann durch Zusammenpressung wieder ausströmend gemacht wird. Die Zuführung der ausströmenden Luft des Windes in den Ofen geschieht durch Röhren, und die damit in Verbindung stehenden Düsen, welche in den Formen, d. i. in den dazu bestimmten Oeffnungen des Formsteines liegen. — Man unterscheidet folgende Arten von Gebläsen:

a. Lederne Balgengebläse. Die Einrichtung der gewöhnlichen einfachen ledernen Balgengebläse ist allgemein bekannt; wegen der Unvollkommenheit derselben, einen beständig absetzenden Windstrom zu geben, bedient man sich der Doppelbälge. Ein solcher Doppelbalg besteht aus zwei über einander liegenden einfachen Bälgen, deren gemeinschaftlicher Boden als Scheidewand zwischen ihnen liegt. Nur der untere dieser beiden Bälge ist bestimmt, atmosphärische Luft durch das Ventil beim Niedersinken des Bodens aufzunehmen; diese Luft, welche sodann in diesem untern beim Aufziehen des Bodens verdichtet wird, strömet durch das in der Scheidewand befindliche Ventil in den obern, bewirkt dessen Ausdehnung, und wird durch das auf dessen obern Boden liegende Gewicht durch den Balgenkopf in die Düse getrieben, daher dieselbe nur mit dem obern Balge allein in Verbindung stehet. Diese Vorrichtung ist nicht ein eigentliches Doppelgebläse, sondern der obere Balg bewirkt nur das unterbrochene Ausströmen des Windes, und macht auch zugleich diesen Strom, wie ein Regulator (wovon später) gleichförmiger, wozu das Verhältniß der Größe der zwei Bälge, so wie die Belastung des obern sehr berücksichtigt werden muß. Die mittlere Scheidewand ist an diesem Doppelbalge unbeweglich, und die bewegende Kraft ist an dem Boden des unteren Balges angebracht. Auf ähnliche Art hat man dreifache Bälge, so wie auch manche Abänderungen in der Einrichtung derselben. — Da die ledernen Bälge theuer zu stehen kommen, auch kostspielig in ihrer Unterhaltung sind, immer auch eine geringe Wirkung hervorbringen, so sind sie nicht für den Hüttengebrauch, sondern nur für Schmiede- und Wärmefeuer eingeführt.

b. Hölzerne Balgengebläse. Sie bestehen aus einem hölzernen keilförmigen Oberkasten und einem möglichst flachen Unterkasten von ähnlicher Form; ersterer ist an dem einen Ende mit dem Unterkasten dergestalt in Verbindung, daß er aus dem Befestigungspunkte, wie aus einem Mittelpunkte, eine bogenförmige Bewegung um den unbeweglichen Unterkasten machen kann. Die Düse steht mit dem Unterkasten in Verbindung, so wie auch das Ventil zum Schöpfen der Luft bei der Hebung des Oberkastens an demselben angebracht ist. Damit die in den vergrößerten Raum eingetretene Luft beim Zusammenpressen nicht zwischen den Wänden der beiden Kasten entweiche, sind längs der innern Seitenwände des Unterkastens hölzerne Leisten angebracht, die durch Federn an die Wände des Oberkastens angedrückt werden, wodurch gleichsam eine Art Liederung bewerkstelliget wird, welche jedoch bei dieser Art von Gebläsen immer mangelhaft ist, so wie auch der Nachtheil des schädlichen Raumes nicht vermieden wird. — Um aber auch hier nicht in den Nachtheil des beständig absetzenden Luftstromes zu kommen, müssen wenigstens zwei derlei hölzerne Bälge vorhanden sein, deren Düsen unmittelbar in der Form des Ofens oder Herdes liegen, oder welche ihren Wind in einen gemeinschaftlichen Sammelkasten ausblasen; im letzteren Falle ist in dem Balgenkopf ein Auslaßventil angebracht, damit der Wind nicht aus dem Kasten in die Bälge zurücktreten kann. Diese Bälge liegen auf einem Balgengerüste; der Unterkasten ist unverrückbar befestiget, und der Oberkasten wird durch irgend einen Mechanismus niedergedrückt und durch Gegengewichte gehoben; als bewegende Kraft bedient man sich des Wassers. Die aus dem Windkasten ausgehende Röhre ist durch einen ledernen Schlauch mit der Düse in Verbindung gesetzt, wodurch man der letzteren leicht jede Lage und Richtung in der Form zu geben im Stande ist. In Schweden hat man Bälge, wo der Unterkasten in den Oberkasten gedrückt wird (Widholms Gebläse). Obgleich die hölzernen Gebläse sehr unvollkommen sind, so werden sie doch beim Hüttenwesen, besonders für Frischfeuer, ihrer Wohlfeilheit wegen, häufig gebraucht.

c. Gebläse mit beweglichen Kolben. Diese sind entweder Kasten- oder Cilindergebläse; erstere sind gewöhnlich von Holz und in prismatischer Form, letztere von Eisen und in Cilinderform.

In dem Kasten oder Cilinder, welcher fast immer vertical gestellt ist, und nur von einer Seite durch einen Deckel oder Boden geschlossen, von der andern aber offen ist (einfache Kasten- oder Cilindergebläse), bewegt sich luftdicht ein Kolben auf und nieder; in demselben befindet sich ein Klappen-

ventil, um die Luft in den Behälter eindringen zu lassen, wenn sich der Boden gegen das offene Ende bewegt. Das Ventil zum Ausströmen der Luft ist in dem Boden oder Deckel angebracht, wodurch die Luft sodann in einen Windsammlungskasten oder Regulator geführt wird. Die Liederung des Kolbens wird bei den hölzernen Kastengebläsen auf ähnliche Art bewirkt, wie bei den hölzernen Balgengebläsen, bei den eisernen Cilindern hingegen viel vollkommener mittelst Leder. Die Bewegung des Kolbens geschieht mittelst Kolbenstangen, die durch einen einfachen Mechanismus auf- und niedergedrückt wird. Die Kasten-, vorzüglich aber die Cilindergebläse können auch als doppelt wirkende Gebläse, Doppelgebläse, eingerichtet sein, wobei sowohl beim Auf- als Niedergehen des Kolbens Luft geschöpft, und an der andern Seite zugleich ausgepreßt wird, wozu die Cilinder sowohl oben als unten geschlossen, und mit den nöthigen Ventilen versehen sind. Die Kolbenstange muß in diesem Falle luftdicht durch die in dem einen Boden angebrachte Stopfbüchse durchgehen. Die Construction eines Doppelcilindergebläses ist in Fig. 44 vorgestellt. Die Kolbenstange aa gehet durch die Stopfbüchse bb des obern Bodens, und drückt den Kolben cc gegen den untern, in welchem Falle durch das Ventil x Luft geschöpft, bei y hingegen in die gemeinschaftliche Leitungsröhre t ausgepresset wird, während x′ und y′ geschlossen sind; beim Hinaufgehen erfolgt dasselbe durch letztere zwei Ventile, indem die ersteren beiden geschlossen bleiben.

Obwohl gute Kastengebläse, wo es darauf ankommt, geringe Windquantität ohne starke Pressung herbeizuschaffen, vollkommen hinreichen und in diesem Falle auch den Vorzug verdienen, weil sie wohlfeil, und überall leicht herzustellen sind, so werden doch die eisernen Cilindergebläse vorgezogen, wo große Windquantität oder stark gepreßter Wind gefordert wird. — Die hölzernen Kasten sind zuweilen mit Bleiplatten, auch mit geschliffenen Roheisenplatten ausgefüttert. Selbst Kasten aus Marmor werden, jedoch selten, angetroffen.

Alle Gebläse, welche aus nicht mehr als aus zwei Luftbehältern (Bälgen, Kasten oder Cilindern) bestehen, geben einen ungleichmäßigen oder absetzenden Windstrom, was um so mehr bei Anwendung eines einzigen Behälters der Fall sein muß. Um nun ein gleichförmiges Ausströmen der verdichteten Luft aus den Düsen, wie es zu den meisten Hüttenprocessen erforderlich ist, zu bewirken, müssen solche Gebläse mit eigenen Vorrichtungen, Windregulatoren, versehen werden. Diese sind entweder Regulatoren mit unveränderlichem oder veränderlichem Inhalte.

Erstere sind große Luftbehälter, in welche der Wind aus dem Gebläse geleitet, verdichtet, und dann ausströmend gemacht wird. Ist der Rauminhalt desselben sehr groß, im Verhältniß zu dem des Blasekastens (und daher auch zu dem des in der entsprechenden Zeit ausströmenden Luftquantums), so wird die Compression der Luft bei jedem Stoße des Gebläsekolbens keine merkliche Veränderung erleiden. Je ungleichmäßiger die Ausströmung des Windes aus dem Gebläse ist, desto größer muß der Raum dieses Regulators sein, am größten also bei Anwendung eines einzigen Blasecilinders. Man hat Regulatoren, deren Inhalt 40 bis 50mal größer ist, als der des Blasecilinders, in welchem sich die Luft aus den verschiedenen Abtheilungen sammelt. In dem oberen Theile des Regulators befindet sich ein mit einem Gegengewichte belastetes Ventil, aus dem bei einer zufälligen plötzlichen Schließung der Düse der Wind ausströmen kann. Lange Windleitungsröhren oder Windkasten, Luftsammlungskasten, in welchen sich die Luft aus den verschiedenen Abtheilungen sammelt, wirken daher schon einigermaßen als Regulatoren, besonders wo das Gebläse aus drei Kasten oder Cilindern bestehet.

Die Regulatoren mit veränderlichem Inhalte sind entweder Trocken- oder Wasserregulatoren. Erstere sind genau ausgebohrte eiserne Cilinder, in dessen Boden sich zwei Oeffnungen befinden, die eine zum Zuströmen der Luft aus dem Gebläse, die andere zum Abfließen derselben zur Düse; statt des Deckels ist ein sehr genau abgedrehter und sorgfältig geliederter Kolben, der durch eine Vorrichtung an der Kolbenstange vertical erhalten, sich frei und ungehindert auf- und abbewegen kann. Dieser Kolben ist mit einem der erforderlichen Pressung des Windes angemessenen Gewichte beschwert, und übt daher auf die eingeschlossene Luft immer gleichen Druck aus; in den Momenten nämlich, wo wegen nachlassender Zuströmung der Luft aus dem Gebläse dieselbe eine geringere Pressung haben würde, wird sie durch das Gewicht des Kolbens zusammengedrückt, und umgekehrt wird sie in den Momenten der stärksten Wirkung des Gebläses durch ihre zu große Pressung, da sie nicht nur durch die Düse entweicht, sondern nach allen Richtungen gleich wirket, den Kolben heben, und sich in ihrem Raume ausdehnen, und so in jedem Falle unter gleichem Drucke aus den Düsen ausströmen. Der räumliche Inhalt des Regulators wird wenigstens um die Hälfte größer, als der des Blasecilinders, angenommen, braucht aber das zweifache desselben nicht zu übersteigen, um die nothwendige Windmenge in einem gleichmäßigen Strome fortdauernd der Düse zuführen zu können. Die beiden Oeffnungen am Boden sind nicht mit Ventilen versehen, indem einerseits das Auslaßventil des Gebläses das Zurücktreten der verdichteten

Luft verhindert, die mit der Düse in Verbindung stehende Röhrenleitung aber nur als eine Vergrößerung des räumlichen Inhaltes des Regulators anzusehen ist.

Wasserregulatoren bestehen aus einem großen Luftbehälter, Windkasten m, Fig. 44, welcher mit seinem untern offenen Theile in ein zum Theile mit Wasser gefülltes Reservoir ll, den Wasserkasten, eingesenkt ist. Die Einrichtung zum Einlassen und Ausströmen der verdichteten Luft geschieht durch zwei an den entgegengesetzten Seiten des Windkastens angebrachte Röhren, wovon eine tt zum Gebläse, die andere v zur Düse führet. Hat die Luft im Innern des Windkastens, und die äußere, welche in dem Zwischenraume zwischen Windkasten und Wasserkasten auf die Oberfläche des Wassers drücket, eine gleiche Dichte, so stehet auch das Wasser innen und außen gleich hoch; gelangt aber mehr Luft in den Windkasten, so wird sie Wasser daraus verdrängen, und eben dadurch den äußern Wasserspiegel heben, wodurch die innere Luft gerade um so viel über den Atmosphärendruck zusammengepreßt wird, als die Wassersäule von dem Höhenunterschiede der beiden Wasserspiegel beträgt. Dieser Höhenunterschied aber ist in dem Momente der schwächeren oder stärkeren Wirkung des Gebläses verschieden, d. i. das drückende Gewicht verändert sich in demselben Verhältnisse, in welchem die verdichtete Luft selbst einen veränderlichen Druck ausübt; um daher einen Windstrom von möglichst gleichmäßiger Pressung zu erhalten, ist es nothwendig, daß die Wasserregulatoren einen bedeutend größeren räumlichen Inhalt haben, als die Gebläse, damit sich die Höhe der Wassersäule nicht bedeutend verändern darf.

Außer den Balgen-, Kasten- und Cilindergebläsen gibt es noch andere Gebläse, als: das Bader'sche Tonnen-, Wassertrommel-, Kettengebläse u. s. w., welche sämmtlich mit Wasser geliedert sind, deren nähere Beschreibung jedoch hier übergangen werden muß.

d. Ventilationsgebläse. Endlich ist in neuester Zeit das sogenannte Centrifugalgebläse, Ventilator, Ventilationsgebläse, in Anwendung gebracht worden. Es ist dieses diejenige Einrichtung, welche als Hauptbestandtheil der Getreidereinigungsmühlen bekannt ist, so wie auch zur Erneuerung der verdorbenen Luft in Schächten u. s. w. verwendet wird. — Ein solcher Ventilator besteht bekanntlich aus einer horizontalen Welle, in welcher gewöhnlich sechs Fächer oder Flügel radial eingesetzt, und von einer cilindrischen Trommel, so nahe wie möglich, und auf solche Weise umgeben oder eingeschlossen werden, daß nur an den beiden flachen Wänden, um die Welle herum, kreisförmige Oeffnungen zum

Einsaugen, und an der convexen Seite der Trommel eine Oeffnung, mit welcher ein Windkanal in Verbindung stehet, zum Ausblasen der Luft, angebracht sind. Sobald die genannte Welle mit ihren Flügeln von der bewegenden Kraft aus, mittelst eines endlosen Riemens in Bewegung gesetzt wird, daß sie in der Minute 800 bis 1200 Umläufe macht, wozu nach der verschiedenen Größe des Apparates eine Kraft von 1 bis 3 Pferden erforderlich sind, so erhält dieses Gebläse seine volle Wirksamkeit. — Diese Einrichtung findet vorzüglich bei Wärmefeuer häufige Anwendung; es gibt Anstalten, wo durch ein solches Gebläse 14 und selbst mehr (in einer Maschinenwerkstatt bei Dresden 30) in einer oder zwei Linien aufgestellte Schmiedessen so gleichförmig mit Wind versehen werden, daß selbst zwischen dem ersten, demselben am nächsten stehenden, und dem entferntesten Feuer kein Unterschied in der Stärke der angeblasenen Flamme wahrzunehmen ist, eine Gleichförmigkeit, die bei einem Cilindergebläse, welches selbst bei Anwendung geräumiger Regulatoren immer etwas intermittirend wirket, niemal erreicht werden kann; daher es auch an die Stelle der letztern, welche kostspieliger sind, mehr Raum und Betriebskraft erfordern, für Cupoloöfen in Anwendung gebracht wurde. Die Pressung des Windes, die erreicht werden kann, ist jedoch immer geringer, als beim Cilindergebläse. — Zur Erreichung des größten Effectes ist es sehr wichtig, sowohl die zweckmäßigste Geschwindigkeit der Flügel, als besonders auch die richtige Form und Größe der zu beiden Seiten angebrachten Saug-, so wie auch der Ausblaseöffnung durch Versuche auszumitteln.

403. Volum und Geschwindigkeit des Windes. Um eine lebhafte Verbrennung und hiemit hinlänglich hohe Temperatur hervorzubringen, kommt es nicht nur auf die Menge des Windes an, welche durch die Größe und Weite des Ofens bestimmt wird, sondern auch auf die Geschwindigkeit desselben, welche nach der Qualität des Brennmateriales, wie schon oben (401.) bemerkt wurde, eine verschiedene sein muß. Die Geschwindigkeit des Windes hängt bei festgesetzter Weite der Düse von dem Drucke ab, mit welchem die Luft in dem Gebläse zusammengepresset wird. Dieser Druck wird entweder durch die Höhe geschätzt, in welcher die zusammengepreßte Luft das Quecksilber in einer Röhre erhalten kann, oder durch das Gewicht, dem sie das Gleichgewicht zu halten im Stande ist. Im ersteren Falle hat man eigene Instrumente, Manometer, Windmesser. Ein solcher Windmesser besteht im Wesentlichen aus einer heberförmig gebogenen, durchaus gleich weiten und zum Theile mit Quecksilber gefüllten Röhre, welche mit dem einen Ende mit dem Luftbehälter communicirt, auf deren

anderes ebenfalls offenes Ende aber die Atmosphäre einwirken kann. Der Unterschied der Quecksilbersäulen in den beiden Schenkeln gibt an, um wieviel der Druck der Gebläseluft den der Atmosphäre übertrifft, vorausgesetzt, daß die Quecksilbersäule in dem mit der Atmosphäre communicirenden Schenkel die höhere ist; da aber der aus dem Regulator ausströmenden Luft der Druck der Atmosphäre ebenfalls entgegenwirkt, so gibt jener Unterschied der Quecksilbersäulen auch wirklich den Druck an, unter welchem die Gebläseluft ausströmet. — Je ungleichförmiger die Ausströmung der Luft vor sich gehet, desto mehr wird die Quecksilbersäule schwanken, daher man in diesem Falle das Mittel der größten und kleinsten Höhe der Quecksilbersäule als manometrische Höhe ansieht. Der Druck der Gebläseluft muß vorzüglich in der Nähe der Düsen gemessen werden, um daraus das Volum der in den Ofen eingeführten Luft genau ableiten zu können; vergleicht man den auf diese Art gemessenen Druck mit dem, welcher sich an einem an dem Regulator angebrachten Instrumente zeigt, so gibt sich hieraus die durch die Leitungsröhren bewirkte Unregelmäßigkeit der Windpressung zu erkennen.

404. Aus der Höhe der mit dem Drucke der Luft im Gleichgewichte stehenden Quecksilbersäule läßt sich auch die Größe des Druckes im absoluten Gewichte angeben, mit welchem die Luft zusammengepreßt ist, oder was dasselbe ist, welchen sie auf irgend eine bestimmte Fläche ausübt. Dieser Druck ist nämlich gleich dem Gewichte einer Quecksilbersäule, welche jene Fläche f zur Basis und die beobachtete Höhe h zu ihrer Höhe hat, nämlich $p = fhs$, wobei s das specifische Gewicht des Quecksilbers bezeichnet. Da der mittlere Druck der Atmosphäre auf 1 Q.″ 12.6 W. Pf. ist, so beträgt der Druck der ausströmenden Luft bei jener Pressung von h″ für 1 Q.″ $12.6 \frac{h}{28}$, und für eine Fläche von f Q.″ $12.6 f \frac{h}{28}$ W. Pf.

Der letzte Ausdruck $p = 12.6 f \frac{h}{28}$ gibt auch die Größe der Belastung an, welche an einem am Regulator vorhandenen Ventil, dessen nach einwärts gekehrte Fläche, worauf die Luft den Druck ausübt, durch f gegeben ist, unmittelbar oder mittelbar (durch eine Hebelvorrichtung) angebracht werden muß, um bei zufällig eintretender Verstopfung der gepreßten Luft einen Ausweg zu verschaffen. Umgekehrt kann durch Hilfe dieses Ausdrucks die Angabe des Druckes der Luft nach absolutem Gewichte in die nach Quecksilberhöhen verwandelt werden, indem $h = \frac{28 p}{12.6 f}$ daraus folgt.

Das Gewicht oder die Höhen der Quecksilbersäulen, die dem zweckmäßigen Drucke des Windes das Gleichgewicht halten, sind beiläufig folgende:

		Gewicht auf 1 Q.″	Höhe d. Quecksilbers.
Für Kohlen von sehr weichen Hölzern (Pappeln u. s. w.)	. . .	$1/3$ bis $1/2$ Pf.	$3/4$ bis 1 Zoll.
» » » harzigen	» . . .	$1/2$ » $3/4$ »	1 » $1\,1/2$ »
» » » harten	» . . .	$3/4$ » $1\,1/4$ »	$1\,1/2$ » $2\,1/4$ »
» leichte Coaks	. . . .	$1\,1/2$ » $2\,1/2$ »	3 » 5 »
» harte dichte Coaks	. . . .	$2\,1/2$ » $3\,3/4$ »	5 » 7 »

Kohlen, welche sehr viel Feuchtigkeit enthalten, aber noch zu Hüttenprocessen verwendet werden können, erfordern etwas größere Pressung; was auch für Luft im Sommer nothwendig wird, da sie durch Wärme verdünnt ist, um die erforderliche Menge zu liefern.

405. Die Luftmenge, welche ein Gebläse liefert, wird am einfachsten bestimmt, wenn man den räumlichen Inhalt der Kasten oder Cilinder, mit Abzug des von den Kolben selbst eingenommenen, mit der Anzahl der in einer gegebenen Zeit statt findenden Kolbenzüge multipliciret. So gibt ein einfach wirkendes Gebläse von 4 Q.′ Kolbenfläche und 2′ Hubhöhe, das zehnmal in der Minute wechselt, 80 K.′ Luft von der Dichte der atmosphärischen Luft für die genannte Zeit; allein wegen des schädlichen Raumes, welcher zwischen Kolben und Boden des Cilinders, dann im Ventilkasten u. s. w. bleibt, ferner wegen nicht vollkommen luftdichten Verschlusses der Liederung und wegen nicht ganz zur rechten Zeit sich schließender Ventile, stimmet das auf diese Art berechnete Volum nicht mit dem wirklich producirten überein. — Genauer wird diese Menge angegeben werden, wenn man das Volum der unmittelbar aus der Düse in den Ofen tretenden Luft mißt und danach die Berechnung anstellet. Hiezu braucht man nur die Geschwindigkeit der aus der Düse ausströmenden Luft mit der Fläche der Düsenöffnung zu multipliciren, da offenbar das Volum der ausströmenden Luft einer Luftsäule gleich ist, welche jene Fläche zur Basis und die Geschwindigkeit der Luft, d. i. den Weg, den diese Fläche als beweglich gedacht, und dem Drucke der Luft folgend, in einer Secunde durchläuft, zur Länge hat. — Die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft wird ausgedrückt durch die Formel $c = \sqrt{2g \frac{\delta bh}{b+h}}$, wobei $g = 31'$, das Doppelte des von einem Körper in der ersten Secunde seines Falles durchlaufenen Raumes, b den Barometerstand, h die Höhe der Quecksilbersäule im Windmesser, und $\delta = 10466$ die Dichtigkeit des Quecksilbers, die der Luft bei der Temperatur von 0^0 und unter dem Drucke des normalen Barometerstandes als Einheit angenommen, bezeichnet. Hieraus ergibt sich der Ausdruck für das Volum v der im verdichteten Zustande durch die Düsenöffnung f ausströmenden Luft $v = cf$.

Um die Wirkungen der Gebläse mit einander vergleichen zu können, muß man dieses Luftvolum auf die Dichte von der Temperatur von 0° zurückführen. Da ferner auch die Form der Ausströmöffnung nicht ohne Einfluß auf das producirte Luftquantum ist, so wäre die berechnete Menge den allgemeinen Erfahrungen zufolge mit 0.94 zu multipliciren; endlich ist auch der Einfluß von Länge und Weite der Windleitungsröhren nicht unberücksichtiget zu lassen.

Der obige Ausdruck für die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft aus einem Behälter ergibt sich aus den allgemeinen Bewegungsgesetzen flüssiger Körper, wonach ein Theilchen bei seinem Austritte aus einer Oeffnung schon eine solche Geschwindigkeit hat, als es erlangt hätte, wenn es von der, der Druckhöhe gleichkommenden Höhe herabgefallen wäre, wofür die Formel $v = \sqrt{2gs}$ bestehet, worin s der Druckhöhe gleich wird. Bei tropfbarflüssigen Körpern unterliegt diese Druckhöhe einer unmittelbaren Messung, bei gasförmigen hingegen, wo eigentlich die Spannung dasselbe bewirkt, muß sie erst durch Rechnung ausgemittelt werden. Die Wirkung dieser Spannung gleichet nämlich dem Drucke einer Quecksilbersäule von der Höhe h, oder was dasselbe ist, dem Drucke einer Säule verdichteter Luft, welche bei gleichem Durchmesser ein gleiches Gewicht hat. Die Höhe dieser Luftsäule H und die der Quecksilbersäule stehen aber im umgekehrten Verhältnisse ihrer Dichten, mithin $H : h = \delta : d$, woraus $H = \frac{h\delta}{d}$ folgt. Da aber diese Dichte d der verdichteten Luft, wegen $d : 1 = b + h : b$, durch $\frac{b+h}{b}$ ausgedrückt werden kann, so ist $H = \frac{bh\delta}{b+h}$, welcher Werth in die allgemeine Formel gesetzt, den obigen Ausdruck für die Geschwindigkeit der Luft gibt.

406. **Betrieb des Hohofens.** Wenn nun der frisch zugestellte Hoh- oder Blaofen in Betrieb gesetzt werden soll (Beginn einer Hohofen-campagne), so muß er vorerst sehr vorsichtig angewärmt werden, um nicht durch plötzliche Erhitzung ein Reißen oder Springen der Schacht- und Gestellmauerung zu veranlassen. Erst wenn der Ofen durch allmäliches Nachgeben ganz mit Kohle gefüllt ist, und das Feuer bei Anfangs gemindertem und dann natürlichem Luftzuge bis oben durchgegriffen hat, fängt man an, etwas beschicktes Erz oben aufzugeben und fährt damit unter abwechselnden Lagen von Kohlen fort, bis ersteres im Gestelle sich zeigt. Nun erst wird das Gebläse langsam angelassen, und allmälich verstärkt, zugleich auch die Quantität Erz für die jedesmal in gleicher Menge aufgegebene Kohle ganz vorsichtig und langsam gesteigert, bis endlich erst nach einiger Zeit derjenige Erzsatz erreicht wird, welchen die Kohlen zu tragen vermögen, und der nun weiter beizubehalten ist, bis Umstände eine Verminderung desselben nothwendig machen.

Die Menge der Kohle, und des nach Vorigem beschickten Erzes, das auf einmal aufgegeben wird, nennet man Gicht, so wie man den Aus-

druck Kohlen- oder Erzgicht für die auf einmal aufgegebene Menge der Kohle oder des beschickten Erzes allein gebraucht; die Anfangs aufgegebenen Gichten nennt man auch leere, und die ohne Gebläse niedergehenden stille Gichten. Das Aufgeben der Gichten wird jedesmal dann besorgt, so oft durch das Sinken der vorher aufgegebenen der nöthige Raum für eine neue Gicht frei wird. Es ist gebräuchlich, daß zu jeder Gicht immer dieselbe Quantität von Kohlen beibehalten und daß dieselbe nicht dem Gewichte nach, sondern nach dem Volum abgemessen werde. Unmittelbar auf das Bett von Kohlen wird die nöthige Quantität vom beschickten Erze, jedoch nach dem Gewichte aufgegeben. Die Mengung der verschiedenen Erzgattungen und des Zuschlages wird aber nicht immer vorher in größeren Massen vorgenommen, sondern der Zuschlag wird meistens, oft auch jede Erzgattung für sich allein abgewogen, und nach einander aufgegeben, wodurch man den Vortheil erreicht, daß man nach dem Gange des Ofens nicht nur die Größe der Erzgichten (wonach sie auch leichte und schwere genannt werden), sondern auch das Verhältniß der Beschickung den Umständen gemäß, abzuändern vermag. — Ist hiebei die Erzgicht noch nicht diejenige, welche die Kohlen zu tragen vermögen, so nennt man den Gang des Ofens gar oder hitzig; im Gegentheile, ist zu viel Erz auf die Kohlen gesetzt, so entsteht ein roher oder übersetzter Gang.

407. Der Sauerstoff der eingeblasenen atmosphärischen Luft wird gleich in der Nähe der Form, und über derselben von den Kohlen verzehrt, daher auch hier der Verbrennungsraum, der Raum der größten Hitze, ist. Das übrig bleibende Stickgas, das entstandene kohlensaure Gas, das bei der fortdauernden Berührung mit glühenden Kohlen zu Kohlenoxydgas desoxydirt wird, ferner das aus dem zersetzten Wasserdampfe, welcher in jedem Falle durch die atmosphärische Luft in den Ofen gebracht wird, hervorgegangene Kohlenoxyd- und Hydrogengas steigen nach aufwärts und erhitzen die oben eingefüllten Erze. Diese erleiden hiedurch in dem obersten Raume eine Art Röstung oder Vorbereitung und sinken hiebei allmälich in die tieferen und heißeren Schichten, wo das Eisenoxyd durch die reducirend wirkenden Gase, das Kohlenoxyd- und Wasserstoffgas, so wie durch die Kohle selbst desoxydirt werden. Das Stickgas, so wie das kohlensaure Gas und der Wasserdampf, welche letztere beide durch diesen Proceß erzeugt werden, entweichen zur Gichtmündung, gleichzeitig auch Kohlenoxyd- und Wasserstoffgas, welche die genannte Umwandlung nicht erlitten hatten; letztere Gase sind es, welche sich sodann in Berührung mit der Atmosphäre entzünden und die Gichtflamme bilden. (Benützung derselben, siehe später.) — Das reducirte

Eisen erlangt sodann auf seinem weiteren Wege diejenige Temperatur, in welcher es sich mit dem Kohlenstoffe verbinden kann, wodurch es als gekohltes Eisen schmilzt. Indessen haben auch die vorhandenen Erden, und die Kieselsäure auf einander eingewirkt, und sind zur glasartigen Masse, der Schlacke, geschmolzen, die nun jenes flüssig gewordene Eisen einhüllet. In der Region der stärksten Hitze endlich wirken aber auch das gekohlte Eisen und die Schlacke auf einander ein; der Kohlenstoff nämlich reducirt einen Theil der darin befindlichen Radicale, als: Silicium, Mangan, Calcium, Aluminium u. s. w., welche sodann mit dem Eisen in Verbindung treten. Die Menge des auf diese Weise durch Kiesel u. s. w. verdrängten Kohlenstoffes ist desto größer, je höher die Temperatur ist, und je länger das Eisen derselben ausgesetzt bleibt. In dem Eisenkasten sammelt sich nun das entstandene Roheisen sowohl als auch die Schlacke an, welche letztere als specifisch leichter die obere Schichte einnimmt, und so noch ferner die Schutzdecke gegen den Windstrom bildet. Die hohe im Gestelle entwickelte Hitze erhält das Ganze im flüssigen Zustande.

408. Die letzten beständigen Producte des Hohofenprocesses sind daher eine regulinische Masse von gekohltem Eisen, in welcher noch andere reducirte Körper, als: Schwefel, Phosphor, Silicium, Mangan, Chrom u. s. w. als fremde Beimengungen enthalten sind, und eine ihr gegenüberstehende Verbindung von nicht reducirten Körpern, nämlich von Basen mit Kieselsäure, die Schlacke. Auch wurde im Vorhergehenden erwähnt, daß noch in der letzten Periode des Processes eine Wechselwirkung zwischen den oxydirbaren Stoffen der metallischen Masse, und den reducirbaren der Schlacke statt findet. Es geht daraus hervor, daß Eisen und Schlacke in genauer Beziehung zu einander stehen, und daß die jedesmalige Beschaffenheit der letzteren theils durch die Beschickung (in Bezug ihrer Schmelz- und Reducirbarkeit), theils von der Temperatur bestimmt werde.

Die Temperatur aber selbst hängt in den meisten Fällen von dem Verhältnisse des Erzsatzes zu dem Kohlensatze ab. Es wird als unzweifelhaft angesehen, daß sich im Ofen bei jeder Beschickung zuerst stets weißes Roheisen bildet, und daß dieses erst in sehr hoher Temperatur sich in graues umwandelt, oder doch zur Umwandlung in graues beim langsamen Erkalten geschickt gemacht werde. Daß der Erfolg der Einwirkung einer sehr hohen Temperatur wirklich der genannte sei, ist durch die Erfahrung bestätiget, wie es bei zwei gleichen Oefen beobachtet wurde, wovon der eine weißes Roheisen lieferte, während der andere unter Anwendung desselben Erzes und derselben Zuschläge (unter gleichem Verhältnisse der Beschickung) graues

lieferte, wo bei ersterem auf 1 Thl. Eisen 1.286 Kohle, bei letzterem aber 1.84 Kohle erforderlich waren; auf welche Art aber die Wirkung der hohen Temperatur erfolgt, darüber können nur Vermuthungen aufgestellt werden. — Eben so ist gewiß, daß durch die Einwirkung der hohen Temperatur in dem Ofen selbst die Ausscheidung des Kohlenstoffes als Graphit nicht statt findet, weil, wenn dieses geschähe, auch bei schneller Abkühlung des Productes ein graues Roheisen erhalten werden müßte, während doch in diesem Falle ein weißes hervorgehet. Durch die höhere Temperatur, und das längere Verweilen des gekohlten Eisens im Schmelzraume vor der Form, was die Folge einer etwas strengflüssigen Beschickung ist, wird demselben ein Antheil Kohle entzogen, indem die Menge des gebundenen und freien Kohlenstoffes in dem erhaltenen grauen Producte stets kleiner ist, als die Menge des Kohlenstoffes im Spiegeleisen, welches doch dasjenige ist, das sich bei dem mindesten Hitzegrade, der noch eine vollkommene Reduction gestattet, erzeugt. Es entsteht daher aus dem Spiegeleisen (dem Carburete) ein Subcarburet, das den Kohlenstoff nicht so fest gebunden hält, als ersteres, und aus welchem sich daher in Folge der durch die höhere Temperatur herbeigeführten langsamen Erstarrung der Kohlenstoff als Graphit ausscheidet.

Immer wird daher weißes Roheisen einer solchen Umwandlung nicht unterliegen, sondern als solches aus dem Ofen erhalten, wenn aus irgend einem Umstande die Temperatur im Ofen vor der Form, oder etwas über der Form nicht hoch genug ist, oder wenn das geschmolzene Metall zu schnell in das Gestell gelangt, und somit nicht lange genug der Einwirkung einer starken Hitze, und der Wechselwirkung mit der Schlacke ausgesetzt war. Dieses findet statt bei zu leichtflüssiger Schlacke, wie z. B. der Fall ist, wenn sich leichtflüssige Manganoxydulsilicate bilden, in Folge der Anwendung von Erzen, die an Manganoxyd reich sind, oder wie sie entstehet bei übersetztem Gange des Ofens oder bei Mangel an Kalk als Zuschlag, in Folge von Bildung leicht schmelzbarer Eisenoxydulsilicate. Die Umwandlung des weißen Roheisens in graues erfolgt ferner nicht, bei zu großem Verhältnisse von Erz gegen die Kohlen, also bei übersetztem Gange, oder wenn das Gestell durch leichte Kohlen bei starkem Winde nicht genug erhitzt wird, oder wenn Schacht oder Gestell durch zu geringe Lebhaftigkeit beim Verbrennen der Kohle, wie sie bei Versetzung im Ofen oder bei sehr mit Wasserdunst beladener Gebläseluft eintreten kann, zu kalt bleiben, oder wenn die Luft des Gebläses wegen zu bedeutender Erweiterung des Gestelles nicht mehr kräftig genug wirken kann, und wenn das Erz zu unvorbereitet in den Schmelzraum kommt, wie es nach dem Anlassen des Ofens bei

dem ersten Abstiche des Eisens geschehen kann, weil der Schacht selbst bei einem Uebermaß von Kohle, noch nicht hinlänglich ausgeheizt ist. Hiebei muß aber noch bemerkt werden, daß einige Körper, namentlich Phosphor und Schwefel, dem Roheisen eine weiße Farbe ertheilen, so daß unter Umständen das Resultiren eines weißen Eisens auf das Vorhandensein von Phosphor oder Schwefel deuten kann. — Dagegen wird graues Roheisen jederzeit bei einem sehr hitzigen Gange des Ofens entstehen, wo der Wind gehörig aus der Gicht bläst, die Schlacke nicht zu flüssig, aber auch nicht zu steif, und die Hitze im Gestelle möglichst groß ist.

409. Die Anzeichen, die ein Ofen während des Betriebes darbietet, sind für den Hüttenmann von größter Wichtigkeit, um den Gang desselben daraus zu erkennen, und die gehörigen Maßregeln zur Regulirung desselben treffen zu können.

Die Gichtflamme muß lebhaft hervorbrechen, ohne sichtbaren Rauch sein, und gleichförmig anhalten. Ist diese zu schwach, so kann der Wind die Schmelzmaterialien nicht gehörig durchdringen, daher auch das Verbrennen der Kohle nicht mit der gehörigen Wirkung vor sich gehen; der Schacht bleibt daher zu kalt, und die Erze werden nicht gehörig vorbereitet. Sehr dunkle, und von einem sichtbaren Rauche begleitete Flamme zeigt, daß es dem Ofen an Hitze fehle, er ist mit Erz übersetzt; ungleichförmiges Hervorbrechen derselben aber, daß eine Versetzung im Schacht eingetreten ist. Aus dem Tümpel hingegen soll, wenn übrigens die Construction gut ist, gar keine, oder nur schwache Flamme mit geringer Geschwindigkeit entweichen; am wenigsten darf eine unruhige Flamme hervorbrechen. — Das Niedergehen der Gichten muß gleichförmig sein, oder in fast gleichen Zwischenräumen erfolgen, es muß ferner regelmäßig geschehen, d. i. die oberen Schichten müssen sich gleich senken, und keine schiefe Stellung annehmen. Ein Rutschen der Gichten ist ein zuverlässiges Zeichen von Versetzung, obwohl umgekehrt Versetzungen nicht immer davon begleitet sein müssen. In jedem Falle muß durch Verminderung des Erzsatzes abgeholfen werden. — Die Form, welche so, wie das Ansehen der Schlacken das zuverlässigste Zeichen abgibt, soll frei, hell und glänzend sein, so daß man auf den ersten Blick das im Gestelle und Herde Befindliche nicht zu unterscheiden vermag; es ist dieses das Zeichen eines garen Ganges. Dessen ungeachtet können sich um das Formmaul erhärtete Materien ansetzen, eine Nase bilden, was eine zu große Strengflüssigkeit anzeigt, daher man eine leichtflüssigere Beschickung zusammensetzen, und die Form häufig reinigen muß, bis sie ganz rein erscheint. Je weniger die Form leuchtet, dunkel-

roth erscheint, desto mehr ist der Erzsatz vorherrschend. Die Schlacken endlich geben zwar nicht durch die Farbe ein bestimmtes Kennzeichen über den Gang des Ofens, weil verschiedene Erze verschiedene gefärbte Schlacken liefern (grün und blau sind die Hauptfarben), jedoch kann man annehmen, daß je garer der Gang des Ofens, und je reiner das Eisen ausgebracht wird, desto heller die Farbe derselben sei; je näher dem rohen Gange, desto dunkler sind dieselben gefärbt. Sind die Schlacken bei Holzkohlenhohöfen glasartig, glänzend, so ist der Gang weder hitzig noch zu roh; beim garen Gange sind sie halb durchsichtig, werden sie aber matt, blasig, erdig, dunkel, so ist der Rohgang vorhanden. Bei den Coakshohöfen ist selten die Durchsichtigkeit der erstern hervorzubringen.

Aber nicht eines der genannten Kennzeichen, sondern alle und dieses in feineren Nüancen, als hier aus einander zu setzen der Zweck ist, müssen von dem, welchem die unmittelbare Leitung des Schmelzprocesses übertragen ist, zusammengehalten, wie nicht minder die Beschaffenheit des erhaltenen Productes, des Eisens, beim Abstechen, in Bezug der Farbe, des Flüssigkeitszustandes, der Art des Erstarrens u. s. w. in Erwägung gezogen werden, um denjenigen durch die Erfahrung schon erkannten Gang einzuleiten und zu erhalten, bei welchem das Roheisen von der verlangten Beschaffenheit dargestellt werden kann.

410. Der Artillerieofficier wird zwar niemals in die Lage kommen, daß ihm die Führung des Hohofenbetriebes selbst übertragen wird, doch kann er den Guß der Munition und der Geschütze, oder die Lieferungen des Rohmateriales, welches zum Umschmelzen, Behufs der Darstellung eiserner Geschütze vom zweiten Gusse oder zur Stabeisenbereitung bestimmt ist, zu überwachen haben. Da von der Güte des Rohmateriales die möglichst zu erreichende Güte des künftigen Productes abhängig ist, für erstere aber schon eine genaue Beobachtung und Erkennung des Ofenbetriebes Aufschluß zu geben im Stande sein wird, so ist die Vergleichung aller während des Betriebes vorkommenden Umstände von größter Wichtigkeit, indem auf diese Art die geeignetsten Mittel zu einem regelmäßigen oder bestimmten Gange des Ofens ergriffen werden können, um gerade jenes Eisen zu erzielen, welches als das der Absicht am besten entsprechende erkannt ist. Hiezu gehören: die Zusammensetzung der Gichten, welche die vortheilhaftesten Resultate in Bezug der Quantität und Qualität (in so ferne letztere insbesondere von Wichtigkeit ist) gegeben haben — das Maximum des Satzes, wozu man gelangt ist — die Ursachen, warum man sich davon entfernt hat. Man muß ferner den verschiedenen Druck des Gebläses be-

obachten, so wie die Aenderung der Düsenweite, die Ursache von den hierin gemachten Aenderungen, und die dabei hervorgehenden Resultate. — Man muß ferner mit großer Sorgfalt auf die Veränderungen sehen, welche bei den Schmelzmaterialien vorkommen, und die dazu gehörigen Resultate damit vergleichen — es müssen die Störungen erwogen werden, welche der Betrieb erlitten, die muthmaßliche Ursache derselben, und die Mittel, wodurch sie verhindert wurden, eben so der Einfluß, welchen die meteorologischen Veränderungen auf den Gang des Hohofens ausüben. — In jedem Falle muß die Vergleichung der Farbe und Consistenz der Schlacke in Verbindung mit der Qualität des producirten Roheisens nicht außer Acht gelassen werden u. s. w. Derlei mit gehöriger Urtheilskraft gemachte, und in einem Betriebsjournale zusammengetragene Vergleichungen werden dem mit der oben ausgesprochenen Ueberwachung Beauftragten als Richtschnur für die Beurtheilung der Anwendbarkeit des Materiales dienen; der die Leitung des Betriebes Führende hat überdieß ein Journal oder eine Schmelztabelle zu unterhalten, in welchem die Anzahl der Gichten (die Größe des Verbrauchs an Kohlen, Erz und Zuschlägen), die Anzahl der Abstiche, der erzeugten Gußwaaren, der mißrathenen Stücke, der Eingüsse u. s. w. vorgemerkt sind, um von dem Verhältnisse des Aufwandes an den verschiedenen Materialien zur Größe der Production in Kenntniß zu sein.

411. **Benützung der Gichtflamme.** Während in früherer Zeit die aus der Gicht der Hohöfen entweichende Flamme ganz unbenützt geblieben war, sucht man dieselbe in neuerer Zeit, wo Ersparung des Brennmateriales, besonders des vegetabilischen, ein immer mehr gewürdigter Gesichtspunkt des Hüttenbetriebes geworden ist, zu verschiedenen Zwecken zu verwenden. Man benützt nämlich die Gichtflamme zum Brennen des Kalkes, zum Dörren oder Verkohlen des Holzes, zum Erhitzen der Gebläseluft (von deren Anwendung am Ende der Roheisenerzeugung gesprochen wird), ferner zur Kesselfeuerung für Dampfmaschinen, wo die vorhandene Wasserkraft zur Bewegung der Gebläse nicht ausreichend ist, zu welchen Zwecken die nöthigen Oefen, oder sonstigen Apparate in der unmittelbaren Nähe der Gicht angebracht werden müssen. Auch selbst das Verfrischen des Eisens in angebauten Flammenöfen hat man mit derselben bereits versucht.

412. Sind so viele Gichten niedergegangen, daß sich das Untergestell mit flüssigem Roheisen angefüllt hat, und nur noch wenig Raum für die Schlacke übrig ist, so wird zum Abstechen desselben geschritten. Hiezu wird früher bei Hohöfen die Reinigung des ganzen Untergestelles, besonders des

Vorherdes vorgenommen, sodann wird der Ablaßgraben fertig gemacht, welcher die Stichöffnung mit dem Herde (Hüttensohle), worauf das Eisen sich ausbreiten soll, oder mit den Formen verbindet, um es zu Gußwaaren zu bilden, das Gebläse in Ruhe gesetzt, die Stichöffnung durchstoßen, und das Eisen abgelassen. Ist dasselbe zum Verfrischen bestimmt, so läßt man es in Formen laufen, welche in Gestalt langer scharfkantiger Parallelepipeden, in der nöthigen Zahl, in dem die Herdsohle bedeckenden Sande gebildet werden, oder in eine muldenförmige auf gleiche Art gemachte Vertiefung von beiläufig scheibenartiger Gestalt, Flossen, Gänze, Frischstücke. Sobald gegen das Ende die Schlacken aus dem Stichloche kommen, sucht man sie durch dammartig vorgeworfenen Sand aufzuhalten, indem man ihnen einen Abfluß zur Seite öffnet; auch läßt man sie über die genannten muldenförmigen Stücke fortrinnen, bringt sie sodann durch Begießen mit Wasser zum Erstarren, und zieht sie von dem noch flüssigen Eisen mit Krücken ab. Da diese Schlacke noch Eisenkörner eingemengt enthält, so bringt man sie ins Schlackenpochwerk, um dieselben, als sogenanntes Wascheisen, durch Wasser von dem leichteren Schlackenpulver zu scheiden. Da die Schlacke fünf- und selbst neunmal mehr an Volum beträgt, als das Eisen, so muß dieselbe auch für sich allein abgelassen werden, um Raum für das geschmolzene Eisen im Vorherde zu gewinnen. — Ist das Eisen zu Gußwaaren bestimmt, so muß man sich mit dem Abstiche oft auch nach der Förmerei richten; man läßt das Eisen durch Rinnen in die vorgelegten, unter der Hüttensohle versenkten Formen fließen, oder auch in große eiserne, mit Lehm überzogene, und früher gehörig angewärmte Kellen, in denen es zu verschiedenen, auf der Hüttensohle herum vertheilten Formen getragen wird. Bei Hohöfen kann man das Eisen auch unmittelbar aus dem Vorherde mittelst derlei kleiner Kellen, die 25 Pf. Eisen fassen, ausschöpfen, und zu den Formen kleiner Gußwaaren tragen. — Ist das Eisen zum Umschmelzen bestimmt, so wird es ebenfalls in regelmäßige parallelepipedische oder ähnliche Formen geleitet, deren nähere Dimensionen sich auch nach dem Umschmelzofen richten.

Nach dem Abfließen des Eisens wird das Untergestell, besonders der Vorherd, so wie die Stichöffnung von allen Schlackenmassen und zurückgebliebenem Eisen gereiniget, die Stichöffnung durch einen Pfropf von schwerem Gestübe sorgfältig verschlossen, der Vorherd mit glühenden Kohlen bedeckt, und das Gebläse angelassen. Der Betrieb des Hohofens wird nun ununterbrochen so lange fortgesetzt, bis der Schmelzraum sich so sehr erweitert hat, daß die verlangte Roheisengattung nicht mehr dargestellt werden kann, oder andere Umstände die Fortsetzung des Betriebes einstellen.

In diesem Falle schreitet man zum Ausblasen des Ofens; man hört mit dem Setzen der Erzgichten auf, gibt noch mehre leere Gichten, und bringt das Gebläse in Stillstand, sobald die Erzgichten niedergegangen sind. Am Bodenstein findet man eine halb gefrischte Eisenmasse, Eisensau, die mit dem Gestelle ausgebrochen werden muß. Soll ein Ofen nur auf kürzere Zeit außer Thätigkeit gesetzt werden, so dämpft man ihn, indem alle Zugänge und Oeffnungen verschlossen gehalten werden. Die Dauer einer Campagne ist unbestimmt, sie hängt von der Feuerbeständigkeit der Materialien, aus denen der Kernschacht, besonders die Rast und das Gestell gebaut sind, von der Strengflüssigkeit der Beschickung u. dgl. ab; sie kann von einigen Wochen bis zu mehren Jahren dauern.

413. Das Roheisen wird auch mit dem Namen Gußeisen belegt, in so ferne es die nothwendigen Eigenschaften zur Darstellung von Gußwaaren hat, und auch dazu verwendet wird.

Die Gußwaaren aus Eisen haben vor denen aus Kupfer oder Bronce angefertigten nachstehende Vorzüge: a. Schärfe der Abdrücke, indem das hinlänglich dünnflüssig werdende Eisen im Momente des Erstarrens sich ausdehnt, und dann beim Erkalten nur wenig schwindet. b. Härte, daher es zu Ambossen, Pocheisen, Walzen, und ähnlichen der Abnützung sehr unterworfenen Gegenständen anwendbar ist. c. Strengflüssigkeit, wodurch es zu Gußwaaren verwendet werden kann, die einem solchen Hitzegrade ausgesetzt werden, bei welchen das reine oder legirte Kupfer schon in Fluß kommen würde. d. Wohlfeilheit. — Nachtheilig stehet die große Strengflüssigkeit des Eisens entgegen, indem schon die Hervorbringung des zum Schmelzen nöthigen Hitzegrades mit Schwierigkeit verbunden ist, als auch eben dieser großen Hitze wegen die Formen, in die es gegossen wird, viel stärker angegriffen werden. Dieser Umstand, so wie das viel schnellere Erstarren des Eisens gegen Bronce macht das Gießen kolossaler Gegenstände aus ersterem viel schwieriger, als aus letzterer.

Obwohl im Allgemeinen das graue Roheisen im Gegensatze zum weißen als tauglich zur Anwendung von Gußwaaren angegeben wurde, so zeigen sich doch die verschiedenen Abstufungen des in diese Klasse gehörigen Eisens nicht gleich geeignet. So wird dunkelgraues Eisen, bei zu garem Gange des Ofens erzeugt, nur zu sehr groben Artikeln verwendet, die keiner Haltbarkeit bedürfen, und man gießt es zu denselben gleich aus dem Hohofen. Der Bruch desselben ist grob, und es scheidet sich viel Graphit aus. Diese Gattung Eisen ist größtentheils zum Umgießen im Flammenofen bestimmt. — Graues Roheisen zeigt sich als das beste zu

feineren und dünneren Güssen, da es bei dem schnellen Erkalten nicht so abgeschreckt wird, daß es sich verzieht oder springt; für große Gußstücke eignet es sich weniger, da es beim langsamen Erkalten in ausgetrockneten Formen zu viel Graphit ausscheidet, und im Innern schwammig wird. Diese Eisengattung erzeugt sich bei einem guten Gange des Ofens. Sie wird für feinere Artikel im Cupoloofen oder auch im Flammenofen umgeschmolzen, in welch letzterem Falle es in die folgenden Abstufungen übergeht. — Lichtgraues Eisen ist das eigentliche Materiale für große Gußstücke, wo Haltbarkeit und Zierlichkeit gefordert wird. Die Oberfläche ist glatt und wenn sie frei erkaltet, etwas concav eingesunken; es läßt sich mit der Feile und dem Meißel gut bearbeiten, eben so auch bohren, in dünnen Stücken ist es hart und weiß. Es wird ebenfalls gleich aus dem Hohofen gegossen, wo es sich bei mehr besetztem Gange erzeugt, oder auch im Cupoloofen zu kleinen Artikeln umgeschmolzen; im Flammenofen gibt es die folgende sehr haltbare Eisengattung. — Halbirtes Eisen. Es steht an der Grenze des zum Gießen verwendbaren Eisens; in dünnen Stücken wird es glashart, in dickeren lichtgrau und nur in sehr dicken Stücken scheiden sich die feinen Gruppen von Graphitbeimengungen in der weißeren Grundmasse aus, die auf eine desto größere Haltbarkeit und Härte zeigen, je feiner sie sind. Es ist nicht leicht unmittelbar aus dem Hohofen zu erzeugen, und erträgt, wenn es aus demselben, oder aus dem Flammenofen erhalten wurde, nicht mehr ein nochmaliges Umschmelzen in dem letzteren, indem es sich leicht in weißes Eisen umwandelt; für Geschütze und Walzen ist diese Gattung die brauchbarste, sie gibt eine große Haltbarkeit, Elasticität und Härte, welch letztere für spätere Bearbeitung sogar zu groß werden kann; doch füllt es unmittelbar aus dem Hohofen gegossen, die Formen nicht so gut aus, als die früheren Arten, und ist insbesondere des starken Zusammenziehens wegen beim Erkalten zu mancher Anwendung, als zum Munitionsgusse, weniger brauchbar. — Schwefelhaltiges Eisen ist für sich nicht zum Gusse anzuwenden, da es nicht dünnflüssig genug wird, zu schnell erstarrt, im Innern Blasen bekommt, und sehr leicht rostet; doch soll es, in sehr geringen Mengen zugesetzt, geringere Graphitabsonderung bedingen; hingegen das kaltbrüchige (phosphorhaltige) Eisen gibt ein vortreffliches Materiale für kleine zierliche Güsse, da es die Formen sehr gut ausfüllt; doch wird es dabei hart und spröde, daß es sich nur schwer bearbeiten läßt, und selbst in dickern Stücken keine Stöße aushält. Zu Kochgeschirren braucht man es nicht gerne, weil es Anfangs die Speisen schwärzt; diesem Uebelstande kann man abhelfen, wenn man in solchen Geschirren Wasser, worin Fett suspendirt ist, bis zur

Trockene eindampft. Zum Gusse der hohlen Munition wäre ein derlei Eisen nicht geeignet, da die Sprödigkeit desselben befürchten ließe, daß es durch den Stoß der Pulverkraft im Rohre selbst zerspringen könnte. Man wird daher in den Fällen, wo das Eisen ohne vorhergehendes Umschmelzen unmittelbar aus dem Gestelle des Hohofens verwendet werden soll, den Gang des Ofens so einrichten müssen, daß Eisen von der Beschaffenheit, wie es die darzustellenden Gegenstände verlangen, erblasen werde, was jedoch, ohne einen sonstigen Nachtheil herbeizuführen, nur innerhalb gewisser Grenzen geschehen kann.

Um nicht in die Gefahr eines zu sehr übersetzten Ganges zu kommen, wobei allerdings das erwünschte halbirte Eisen erhalten würde, hat man an einigen Orten, wo die Erze zu einem grauen Eisen geneigt waren, gesucht, den Ofen in seinem natürlichen Gange zu lassen, und auf folgende Art das für den Geschützguß taugliche Eisen zu erzeugen. Einige Zeit vor dem Abstiche wurde durch Einbringen von geröstetem Erze in das Gestell das erhaltene Roheisen zum Theile entkohlt, indem sich der Sauerstoff der Erze mit einem Theile des Kohlenstoffes aus dem Roheisen verbindet, wodurch ein starkes Aufkochen entsteht. Man erhielt dadurch ein lichtgraues Eisen, welches eigentlich ein Gemenge von grauem und stahlartigem Roheisen genannt werden muß. Diese Operation, das Füttern des Ofens genannt, wird von Vielen wegen der sehr großen Unsicherheit des Grades der Entkohlung nicht empfohlen, indem der beabsichtigte Zweck durch Umschmelzen des Eisens im Flammenofen viel sicherer erreicht werden kann.

414. **Umschmelzen des Roheisens.** Das Roheisen wird, wie es schon im Vorhergehenden angedeutet wurde, nicht nur unmittelbar aus dem Hohofen zu Gußwaaren verwendet, sondern in vielen Fällen einer Umschmelzung unterworfen. Der Zweck, welchen man mit diesem Umschmelzen verbindet, ist, das zu Gußwaaren vorräthige Eisen in den flüssigen Zustand zu versetzen, um es in die Formen gießen zu können, oder auch, um das Eisen zugleich in seiner Natur zu verändern, und so für manche Gegenstände brauchbar zu machen. Ersteres ist der Fall in Gießereien, die angelegt sind an Orten, wo wegen Entlegenheit von Erz und Brennmateriale kein Hohofen betrieben werden kann; letzteres dort, wo aus dem Hohofen durch die mögliche Aenderung im Betriebe nicht die gewünschte Roheisengattung erzielt werden kann, z. B. für den Geschützguß. — Es gibt drei verschiedene Arten, das Roheisen umzuschmelzen, nämlich in Tiegeln, in Cupolo- und in Flammenöfen.

415. Der Tiegelguß ist nur für kleine Gegenstände in Eisen gebräuchlich, und wird so wie der anderer Metalle in Zugöfen ausgeführt. Da das Eisen hiebei weder mit Kohle, noch mit der Luft, in so fern man einen dicht schließenden Deckel, oder auch einen glasartigen Fluß als Be-

deckung anwendet, in Berührung kommt, so ist diese Art ein eigentliches Umschmelzen des Eisens ohne Veränderung seiner Natur, außer daß es dabei gleichartiger wird.

416. Beim Umschmelzen im Cupoloofen, wo das Roheisen mit Kohle geschichtet, unter Einwirkung eines Gebläses niedergeschmolzen wird, ist zwar das Eisen der Einwirkung der Kohle ausgesetzt, indeß geschieht die Schmelzung so rasch, daß keine neue Verbindung des Eisens mit der Kohle erfolgen kann, wozu auch die hohe Temperatur, die dazu erforderlich wäre, nicht hervorgebracht wird. — Das in diesen Oefen umgeschmolzene Roheisen behält daher ziemlich dieselbe Beschaffenheit, welche es vor dem Umschmelzen hatte, nur daß es hiedurch dichter und feinkörniger wird. Sehr dunkelgraues Eisen ist daher füglich nicht zu gebrauchen, da alle Uebelstände, die es für den Guß hat, nicht verbessert werden, sondern nur graues Roheisen gilt als das beste Material für diese Oefen. Der Cupoloofen Fig. 42 ist ein Schachtofen aus feuerfesten Ziegeln von 7, höchstens 13′ Höhe, über einem gemauerten Fundamente, auf dem eine eiserne Bodenplatte liegt. Der Schachtraum ist conisch, an der Gicht bei 12″, in der Gegend der Form 18 bis 22″ weit. Eine besondere Verengerung wird nicht angewendet, um hinlänglich Raum für das flüssige Eisen im Herde, dem tiefsten Theile des Ofens zu haben, wohl aber wird er zuweilen in seiner Mitte ausgebaucht, um eine Art Rast herzustellen, welche besonders bei Anwendung von Coaks sehr vortheilhaft sein soll. Die Form legt man 10 bis 12″ hoch, bei schwachem Gebläse und leichten Kohlen. Oft liegt eine zweite über der ersten, um mit dem Gebläse höher rücken zu können, wenn schon viel Eisen niedergegangen ist, wie es der Fall wird, wenn größere Gußstücke erzeugt werden sollen. An dem untern Theile g öffnet sich der Ofen auf 12″ Weite und 18″ Höhe, durch welche Oeffnung der Boden des Ofens eingestampft, die Schlacken von der letzten Schmelzung herausgestoßen, und die Reinigung vorgenommen werden kann; sie wird beim Betriebe des Ofens zugemauert, und nur die Oeffnung für den Abstich darin gelassen. Dieser so aufgemauerte Ofen ist mit einem eisernen Mantel von cylindrischer oder polygonaler Form umgeben, so daß der eigentliche Schacht als Futter in demselben steht; der Mantel ist entweder im Ganzen gegossen, oder er besteht aus einzelnen geschmiedeten Platten, deren Falzen durch Schrauben mit einander verbunden sind, oder er ist aus starkem Bleche zusammengenietet. Fig. 42 stellet den in der hiesigen Geschützgießerei zum Umschmelzen irregulärer Munition erbauten Cupoloofen vor.

Zum Betriebe muß der Ofen zuerst angewärmt werden, indem man von unten Feuer gibt, und dann erst, wenn das Feuer sich an der Gicht zeigt, werden Eisengichten aufgegeben, und das Gebläse in Gang gesetzt. Das eigentliche Materiale für diese Oefen sind alte Gußwaaren, Ausschußwaaren, in nicht zu großen Dimensionen, z. B. irreguläre oder sonst unbrauchbare Munition, ferner abgeschlagene Eingüsse, zuweilen werden aus dem Hohofen für entferntere Cupoloöfen eigene Stücke in passender Form und Größe gegossen. Auf eine Stunde rechnet man 6 Gichten zu 1 Ctr. Eisen. Das niedergeschmolzene Eisen läßt man in Kellen laufen, und trägt dieselben zu den verschiedenen (in dem Hüttengebäude vorgerichteten) Formen. Diese Oefen sind nur den Tag hindurch im Betriebe, Abends werden sie niedergeblasen, oder man setzt einige Kohlengichten, darauf einige Kohlen- und Eisengichten, verschließt alle Oeffnungen, und läßt den Ofen bis zum nächsten Tage stehen. Im Allgemeinen rechnet man 50 bis 80 Ct. als tägliches Schmelzquantum bei einem Abbrande von 5 bis 8 Proc.

417. F l a m m e n ö f e n. Während in Schachtöfen das Metall in unmittelbarer Berührung mit der glühenden Kohle steht, ist dasselbe in Flammenöfen nur der Einwirkung der aus unverkohltem Brennmateriale, Holz und Steinkohle entwickelten, und nun verbrennenden Gase, der Flamme, ausgesetzt; auch wird die zum Verbrennen nöthige Luft hier nicht durch Gebläse, sondern nur durch einen natürlichen Zug geliefert. Es ist daher in diesem Falle, selbst in der höchsten Temperatur nicht möglich, daß das Eisen mehr Kohlenstoff aufnehme, kohlenstoffreicher werde, als es war, sondern es wird sogar, wenn der Sauerstoff der eindringenden atmosphärischen Luft von den combustibeln Gasen nicht vollkommen verzehrt wird, ein Theil des Kohlenstoffes des Eisens verbrennen, und dieses um desto mehr, je länger das Roheisen dieser Einwirkung ausgesetzt bleibt. Würde man in Führung dieses Processes die volle Sicherheit haben, so müßte man aus einem sehr kohlenstoffreichen Eisen jede Nüance mit geringerem Kohlegehalte darstellen können; doch hiezu reichen die bekannten Mittel in der Ausführung nicht aus.

Ein zum Umschmelzen des Roheisens bestimmter Flammenofen besteht:

a. aus dem eigentlichen S c h m e l z h e r d e aa, Fig. 43 und 44, auf dem das Eisen eingesetzt und niedergeschmolzen wird;

b. aus dem R o s t e b, der durch die F e u e r b r ü c k e c vom Herde getrennt ist, und auf welchem das Brennmateriale, Holz oder Steinkohle,

ausgebreitet wird, mit dem darunter liegenden Aschenfalle, von woher Luft zugeführt wird;

c. aus dem Gewölbe d, von welchem Rost und Schmelzherd überspannt wird, und

d. aus der Feueresse h, die gegenüber dem Roste, durch einen eigenen Kanal f, dem Fuchs, mit dem Schmelzraume in Verbindung steht.

Der Herd des Ofens ist ein längliches Viereck von ungefähr 10' Länge, mitunter auch von elliptischer Gestalt, das entweder auf einem massiven oder gewölbten Mauerwerke ruht, auch wohl auf eiserne Platten gelegt ist, die von eisernen Stützen getragen werden. Die eigentliche Schmelzsohle muß im höchsten Grade feuerbeständig, und nicht zum Verschlacken geneigt sein; man bildet sie, indem über eine festgeschlagene Schichte von Sand und Schutt ein paar Zolle hoch feuerfester Sand gelegt wird, zuweilen auch durch der Höhe nach aufgestellte Graphitziegel. Man hat dem Herde der Länge nach, von der Rostseite gegen das entgegengesetzte Ende, wo die Abstichöffnung angebracht ist, eine sehr verschiedene Neigung gegeben. Ist diese bedeutend, so sammelt sich das geschmolzene Eisen am Abstich in einem eigenen Tümpel, und an der Feuerbrücke bleibt wenig stehen. Der abschmelzende und gleich einem dünnen Faden nach abwärts fließende Eisentropfen bleibt länger der Einwirkung der Luft ausgesetzt, besonders ist dieses mit dem an der Feuerbrücke in der Nähe des Rostes liegenden Eisen der Fall; die Entkohlung wird daher nicht gleichförmig und leicht zu weit geführt, auch kann das vorne in dem Tümpel gesammelte Eisen, das zu viel Masse, und zu wenig Fläche bei zu großer Entfernung vom Roste darbietet, nicht auf jenen höchsten Temperaturgrad gebracht werden, wie es für Kanonen, Walzen u. dgl. Gegenstände nothwendig ist, wo das Eisen, wie die Erfahrung hinlänglich bestätiget, sehr heiß in die Form laufen muß. Man hat dem Herde daher auch nur eine Neigung von 1 bis 2 Graden gegeben, nämlich so viel, als nöthig ist, um das völlige Abfließen des Eisens zu befördern, was für die Erhaltung einer gleichförmigen Temperatur von Wichtigkeit ist. Auch die Breite des Herdes, die rückwärts ungefähr 4' beträgt, nimmt gegen vorne zu ab. — Der Rost, auf der einen schmalen Seite des Herdes, liegt tiefer als die Herdsohle; er muß eine solche Lage erhalten, daß die Luft frei und ungehindert unter denselben zutreten könne, daher man den Ofen mit dem Roste nicht ins Innere der Hütte legt, sondern mit dieser Seite gegen das Freie kehrt. Es ist auch nicht gleichgültig, nach welcher Himmelsgegend der Ofen mit der Rostseite gestellt ist, von welcher Seite her der herrschende Wind weht, ob der Ofen

von andern Gebäuden umgeben sei u. s. w. Der Raum unter dem Roste muß hoch genug sein, damit die durch die Roststäbe fallenden glühenden Kohlen und Asche die einströmende Luft nicht zu sehr erwärmen und verdünnen; daher wird auch manchmal ein Wasserbehälter unter dem Roste angebracht, in dem sich diese kleinen Kohlen sogleich ablöschen. Da aber die sich entwickelnden Wasserdämpfe, wenn das Gefäß nicht sehr tief steht, leicht noch einen größern Nachtheil bringen, als die Erwärmung der Luft unter dem Roste, so bleibt es noch am vortheilhaftesten, den Ofen über ein Kellergewölbe zu stellen, und dasselbe unter dem Aschenfalle zu durchbrechen, so daß die glühenden Theile sehr tief fallen, auf die aufströmende Luft wenig Einfluß ausüben, und von dort auch sehr schnell vorgezogen werden können. Der Zug aus einem kühlen Keller ist überdieß der stärkste und gleichmäßigste, und von äußeren Einflüssen am meisten unabhängig. Der Schmelzherd ist vom Roste durch die sogenannte **Brücke**, eine 6″ dicke, 6 bis 8″ über die Herdsohle hervorstehende Mauer getrennt. Diese dient einerseits zur Begrenzung des Brennmateriales auf dem Roste, anderseits damit nicht kalte Luft das Eisen treffe, sondern gezwungen werde, durch das Brennmateriale zu gehen.

Rost und Herd sind mit einem **Gewölbe** aus feuerfesten Ziegeln ganz niedrig überspannt, welches immer mehr Neigung hat, als der Herd, um die nach dieser Richtung mehr abnehmende Hitze in einem engeren Raume zu concentriren. Dieser Ofenraum steht an der dem Roste gegenüberliegenden Seite durch die **Fuchsöffnung**, einem gleich weiten, oder auch nach außen sich erweiternden Kanale, mit der Esse in Verbindung. Die **Esse** muß hoch genug, 40 bis 60′, und mit einer Klappe an der Ausmündung oben versehen sein, die man nach Umständen öffnen oder schließen kann; ihr innerer Querschnitt beträgt 16 bis 20″ im Quadrate. Die Ziegel, welche den innern Raum begrenzen, müssen, besonders im untern Drittel, aus feuerfester Masse, die der Umfassungsmauer jedoch können gewöhnliche sein; auch ist zur gehörigen Festigkeit eine Verankerung des Mauerwerkes nothwendig. Die Oefen lehnen sich entweder an die auf einem hinlänglich festen Fundamente errichteten Essen an, oder man setzt letztere auf eiserne Tragständer, und bringt die Oefen unmittelbar darunter; der Fuchskanal dient in jedem Falle zur Verbindung derselben. Letztere Einrichtung ist für vorkommende Reparaturen die bequemere. In der Mitte der einen langen Seite des Ofens befindet sich die **Ladethüre** (zuweilen auch eine zweite) i i, aus einer gegossenen Platte bestehend, die entweder durch Gegengewichte gehoben wird, oder auch ganz frei hingelehnt ist; jedenfalls müssen die Fugen durch Ver-

schmieren während des Schmelzens möglichst geschlossen gehalten werden. An dem Ende der einen langen Seite des Ofens befindet sich ferner das Schürloch, durch welches das Brennmateriale, Steinkohle oder Holz (auch Torf), auf den Rost geworfen wird. Die Umfassungsmauern sind der nothwendigen Festigkeit wegen verankert; manchmal werden die langen Seitenwände mit großen Eisenplatten bekleidet, die mit einander durch Bolzen verbunden werden. Auch legt man gerne zwei Oefen an eine gemeinschaftliche Seitenwand neben einander, so daß man für besonders große Gußstücke das Eisen aus beiden zusammenlaufen lassen kann, Fig. 44 u. 45.

Von großer Wichtigkeit ist das Verhältniß der Dimensionen der einzelnen Theile, welches auf schnelle Erzeugung einer hohen Temperatur, so wie darauf berechnet sein muß, daß diese auf allen Punkten des Ofens gleich hoch erhalten werde, und daß so wenig als möglich unzersetzte Luft in den Ofen selbst zu dem Eisen gelange. Hieher gehören die Länge und Breite des Herdes, Abnahme der letzteren nach vorne; hintere und vordere Höhe des Gewölbes, Höhe der Brücke, Tiefe des Rostes unter der Brücke, Verhältniß des Rostes zum Herde, dann des Flächenraumes, der durch die Zwischenräume der Roststäbe gebildet ist, zum Querschnitt der Fuchsöffnung (bei Anwendung von Steinkohlen- oder Holzfeuerung), endlich Höhe der Esse.

418. In der hiesigen Geschützgießerei sind zwei derlei Flammenöfen zum Gusse metallener sowohl, als auch eiserner Kanonen, zu welch letzteren, die vom Gußwerke nächst Maria-Zell eingelieferten Flossen umgeschmolzen werden. Diese Oefen liegen neben einander an einer, beiden gemeinschaftlich zukommenden langen Seite. Ihre in Fig. 44, 45 und 46 dargestellte Einrichtung ist im Wesentlichen die gerade beschriebene; nur ist das Schürloch nicht an der freien langen Seite, sondern in dem über dem Gewölbe horizontal geführten Mauerwerke, wo gerade über dem Roste eine mit einem Schuber zu schließende Vertiefung l angebracht ist, wie es schon oben (354.) erwähnt wurde. Das Rühren des geschmolzenen Metalles geschieht durch eine, über der Stichöffnung angebrachte, 1′ im Quadrate große Oeffnung n, welche mittelst eines Graphitziegels geschlossen gehalten wird. An der freien Seite eines jeden dieser zwei Oefen sind wohl zwei auf dieselbe Art geschlossene Oeffnungen ii, die jedoch nicht als eigentliche Ladethüren angesehen werden können, obwohl durch die vordern Bohrspäne und Zinn eingetragen werden. Das Laden dieser Oefen mit dem einzuschmelzenden Materiale geschieht von rückwärts, wozu die hintere Wand m oberhalb des Rostes aufgerissen wird. Umzuschmelzende metallene Kanonenröhre werden auf Pfosten und Walzen über Rost und Brücke bewegt, wobei an einem um den Kopf

derselben geschlungenen und durch die vordere Oeffnung durchgesteckten Seile angezogen wird. Durch die erwähnten beiden Seitenfenster wird sodann bei der schon (353.) besprochenen Lagerung der Röhre mittelst Hebbäume und Brechstangen nachgeholfen.

Zum Gießen der eisernen Kanonen wird das umzuschmelzende Eisen in vierseitigen 30″ langen Prismen (Flossen von 4, 8 bis 12 Ct. im Gewichte) eingeliefert; sie sollen eine glatte blasenfreie Oberfläche haben, im Bruche mehr licht- als dunkelgrau und feinkörnig sein, ohne weiße Adern. Die Dichtigkeit dieses Eisens soll nicht unter 7.25 sein. Wenn eine neue Eisengattung zum Schmelzen verwendet werden sollte, so wird auch die Festigkeit durch Zerreißen und Brechen an eigens daraus gegossenen Stangen untersucht, was auch mit dem umgeschmolzenen Eisen geschehen müßte, wenn eine neue Schmelzmanipulation eingeführt würde. — Diese Flossen werden auf eine ähnliche Art (wie oben das Bruchmetall) in den Ofen gelagert, nämlich mit ihrer Länge nach der Länge des Ofens, in Zwischenräumen von 4 bis 5″ neben einander, und rostförmig über einander; größere Massen, und strengflüssige Stücke, z. B. die eisernen Angüsse, die das zweite Umschmelzen erleiden, werden zunächst an die Brücke oder Schwallmauer gelegt, wo die höchste Temperatur erreicht wird. Die Flossen werden ferner auf Porzellanziegel so hoch gelegt, daß sie bei wachsender Höhe der geschmolzenen Masse nie von derselben erreicht werden können; auch wird Bedacht genommen, daß sie nicht, wenn ein Theil derselben abgeschmolzen ist, in die flüssige Masse hineinfallen, weil ein solcher starrer Theil, der einmal in derselben eingetaucht liegt, nur schwer zum Schmelzen kommt.

419. Ist das Metall auf diese Art in dem Ofen gelagert, so wird die hintere ausgebrochene Wand mit alten Porzellanziegeln zugemauert, die übrigen Oeffnungen aber nur mit Graphitplatten verschlossen. Der Vorgang beim Umschmelzen in diesem Ofen ist im Wesentlichen derselbe, wie er oben für das Schmelzen des Kanonenmetalls angegeben wurde, nur wird in dem gegenwärtigen Falle die Sohle zuerst dadurch erwärmt, daß man zwei Stübich Kohlen auf selbe vorne beim Abstiche ausbreitet und anzündet, was dort als überflüssig wegfällt. So wie ferner schon im ersteren Falle das Schüren mit besonderer Sorgfalt beobachtet werden muß, so ist es hier noch um so nothwendiger, um den größtmöglichsten Hitzegrad zu erreichen, was bei zu viel aufgelegtem Brennmateriale eben so wenig erfolgt, als bei zu geringer Menge desselben, in welch letzterem Falle auch überdieß zu viel unverbrauchter Sauerstoff zu dem Eisen kommt. Durch die auf diese Art veranlaßte zu große Decarbonisation und Oxydation entsteht unschmelz-

bares und verschlacktes Eisen, dessen Menge selbst bis 12 Procent steigt und die Unkosten bedeutend erhöhet. Es kommt daher viel darauf an, das Eisen möglichst schnell niederzuschmelzen, indem sich besonders durch langes Glühen vor dem Schmelzen eine solche unschmelzbare Hülle (Schaleneisen) bildet, die das Flüssigwerden des darunter liegenden Eisens nur verzögert; besonders geneigt, solche Rückstände zu geben, sind gerostete Eisenstücke, daher dieselben möglichst zu vermeiden sind. Da das Eisen in dem Flammenofen zugleich in seiner Natur geändert wird, so kann auch nicht leicht ein darin umgeschmolzenes Eisen einem wiederholten Umschmelzen unterworfen werden; in jedem Falle müßte die Menge desselben (z. B. von Masseloten) zu neuem, unmittelbar aus dem Hohofen geliefertem, nur klein sein, und das Verhältniß von 1 : 4 nicht übersteigen; auch müßte die geschmolzene Masse, um die gehörige Gleichförmigkeit zu haben, um so mehr vor dem Abstiche gut durch einander gerührt werden, als diese Vorsicht in manchen Gießereien selbst bei einerlei Eisen beobachtet wird.

Besondere Aufmerksamkeit ist nothwendig, wenn in zwei neben einander stehenden Oefen Eisen für ein größeres Gußstück eingeschmolzen wird, um einen gleichartigen Gang in beiden zu haben, weil sonst das in dem einen Ofen früher geschmolzene zu lange der decarbonisirenden Wirkung ausgesetzt bleiben müßte. In diesem Falle muß auch das Eisen aus beiden Oefen zugleich abgestochen werden, und in eine Vertiefung zusammenlaufen, damit es sich gehörig mit einander menge, ehe es in die Form gelangt.

420. **Förmerei.** Als Materiale zur Herstellung der Formen, d. i. zur Umschließung oder Begrenzung der hohlen Räume, in welche das flüssige Eisen geleitet wird, hat man Sand, Thon und ein Gemenge beider als das bewährteste gefunden. Danach unterscheidet man:

a. Sandförmerei (magere). b. Massenförmerei (fette Sandförmerei), wobei ein Gemenge von Sand und Thon angewendet wird. c. Lehmförmerei. Wendet man Sand als Formmateriale an, so darf die Form nicht getrocknet werden, da sie ohne Wasser zu wenig Bindung hat, und daher durch Trocknen zusammenfallen würde; da aber das Eisen in feuchten Formen oberflächlich abgeschreckt und dadurch weiß wird, so darf man Sandformen nur bei solchen Gußwaaren anwenden, die nicht weiter durch Bohren, Abdrehen u. s. w. bearbeitet werden sollen. Diese Formmethode ist übrigens am allerschnellsten auszuführen und daher die vortheilhafteste für kleinere Gußartikel, die in großer Menge angefertigt werden, z. B. für den Munitionsguß. Für Gußwaaren hingegen, wo die Form im bloßen Sande nicht Bindung

genug hätte, oder ein Auswaschen der Form zu befürchten wäre, so wie für Gußstücke, von denen große Haltbarkeit gefordert wird, nebstbei auch aus der angeführten Ursache eine weiche Oberfläche haben sollen, dabei aber auch nicht von denjenigen Dimensionen sind, daß man sie dem Adouciren unterwerfen könnte, müssen getrocknete Formen angewendet werden, und diese müssen, um das Trocknen zu ertragen, fetter, d. i. thonhaltiger sein, und dieses um desto mehr, je mehr die obigen Bedingungen gesteigert werden. Denn je mehr der Thon vorwaltet, desto größer ist die Bindungskraft, desto langsamer die Abkühlung, desto weichere Flächen bekommt das Gußstück und desto größere Haltbarkeit erlangt es; desto mehr aber reißt die Form beim Trocknen auch auf, und verliert ihre Dimensionen, d. i. sie schwindet.

Die wichtigste Anforderung an das Formmateriale ist, daß es beim Gusse keine Gase entwickle, oder daß wenigstens zu ihrem Entweichen ein anderer Weg dargeboten sei, als der durch die flüssige Metallmasse selbst, wodurch poröse, blasige Güsse entstehen. Diese gasförmigen Stoffe sind: Wasserdämpfe der nicht oder zu wenig getrockneten Formen, dann Gase in Folge der Zersetzung des Wassers in Berührung mit dem glühenden Eisen, ferner Kohlensäure in Folge eines mergelartigen Materiales, und endlich Gase in Folge der Zersetzung organischer Substanzen, die im Formmateriale enthalten sein konnten. Bei den Sandformen gibt schon die Lockerheit der Masse die Gelegenheit, daß die in diesem Falle vorhandenen Wasserdämpfe und die durch Zersetzung des Wassers entstandenen Gase durch sie hindurch entweichen können, worauf auch, nach dem Vorigen, nur allein die Möglichkeit ihrer Anwendung beruht. Aus dieser Ursache setzt man dem Sande Holzkohlenstaub, auch fein gepulverte Coaks (aus Sand-, nicht Back- oder Sinterkohlen) zu, um den hinlänglichen Grad von Porosität zu erzielen. Die durch Beimengung von Thon immer dichter werdende Masse, welche den gasförmigen Stoffen keinen Ausweg durch sich erlaubt, und obendrein im Verhältnisse der wachsenden Thonmenge die Feuchtigkeit viel stärker zurückbehält, muß daher entweder scharf getrocknet, oder selbst ausgeglüht werden, was in größeren Gießereien in eigenen Trocken- oder Dörrkammern geschieht. Da sich nebst den von der Feuchtigkeit herrührenden gasförmigen Stoffen auch, wie erwähnt wurde, in Folge eines mergelartigen Thones (der kohlensauren Kalk enthält) kohlensaures Gas in nicht unbeträchtlicher Menge entbinden kann, so hat man sich, besonders bei Formen für Gußstücke von großen Dimensionen, die nicht scharf durchgebrannt werden können, vor dieser Verunreinigung des Materiales zu hüten, die

übrigens leicht an dem Aufbrausen zu erkennen ist, wenn der Thon mit einer Säure übergossen wird. Ueberreste organischer Substanzen, welche sich vorzüglich in dem Thone finden, und durch ihre Zersetzung in der Temperatur des flüssigen Metalles zur Entwicklung von Gasen Gelegenheit geben, sucht man durch ein längeres Liegen desselben an der Atmosphäre unter großer und häufig veränderter Oberfläche zu zerstören, wobei man den Bedacht nimmt, denselben an trockenen Tagen öfter zu befeuchten, wodurch dessen Bildsamkeit vermehrt wird. — Eine fernere sehr wichtige Anforderung an das Formmateriale (deren schon gedacht wurde) ist, daß es bei der Temperatur des flüssigen Metalles nicht selbst schmelzbar sei, was bei sehr eisenschüssigem oder kalkhaltigem Materiale zu befürchten wäre.

421. Ehe ein Formmateriale zum Gebrauche verwendet wird, muß es gehörig zubereitet werden. Der Sand, welcher weder zu staubartig, noch zu grobkörnig sein darf, wird ausgeglüht, und durch verschiedene Siebe nach der Feinheit sortirt, dann angefeuchtet, und je nachdem es seine Natur verlangt, mit etwas fettem, ebenfalls gebranntem und gesiebtem Sande sorgfältig durchgearbeitet, daß derselbe sich schon bei geringerem Grade von Feuchtigkeit zum Ballen bringen läßt. — Der Lehm wird, nachdem er mittelst eines Siebes von Steinen und Pflanzenfasern befreit ist, mit Wasser angefeuchtet, und mit dem sogenannten Lehmwasser durchgeschlagen, bis er ganz fein und steif geworden ist. Um ihn aufzulockern, und um das Aufreißen und Bersten der Lehmformen möglichst zu vermeiden, wird derselbe mit Spreu, Haaren, kurz geschnittenem Stroh oder Pferdemist durch Treten mit den Füßen durchgearbeitet, auf welche Weise er auch zugleich eine größere bindende Kraft erhält. Der Lehm muß hiebei eine teigartige Consistenz erhalten.

Bei der Massenförmerei ist das Mischungsverhältniß der Bestandtheile, deren Wahl sich sowohl nach der Oertlichkeit richtet, als auch ökonomischer Berücksichtigung unterworfen ist, verschieden. Es hängt theils von der Qualität der Bestandtheile selbst ab, theils wird es von den Forderungen, die an das Gußstück gestellt werden, bestimmt. In der hiesigen Geschützgießerei, wo diese Formmethode schon seit längerer Zeit für das Gießen der Metall- und eisernen Geschütze in Anwendung steht, wurde gleich bei Einführung derselben die Formmasse, aus Kapselsand (gestoßene Scherben der bei der Porzellanfabrication abfallenden Kapseln) und sogenannten Tachetmolken, gereinigter Thonerde, bereitet. Obwohl dieselbe dem Zwecke vollkommen entsprochen hatte, so wurde sie doch des hohen Preises wegen durch ein Gemenge von 4 Thln. Lehm, 2 Thln. Kapselsand und

1½ Thln. blauem Thon, Tegel, ersetzt. Lehm und Tegel werden gestoßen und durchgesiebt, die drei Bestandtheile nach dem durch die Erfahrung als zweckmäßig erkannten Mischungsverhältnisse auf der Lehmbank ausgearbeitet, mit den Händen gut durch einander gemischt, und endlich, um die Mischung noch vollkommener zu erhalten, durchgesiebt; das Befeuchten darf nur in dem Grade geschehen, daß sich die Masse in der Hand etwas ballen läßt. Auf den rechten Feuchtigkeitsgrad kommt überhaupt viel an, da eine feuchte Masse das Ankleben an dem Modelle, hingegen eine trockene das Ausbrechen von Formrändern zur Folge hat.

422. Die Darstellung der Formen aus dem Formmateriale wird im Allgemeinen nach Modellen vorgenommen, welche entweder von Holz oder Metall (Bronce, Zink u. s. w.) angefertigt sind, oder von dem Förmer selbst erst aus dem Formmateriale gebildet werden. Hölzerne Modelle, als nicht dauerhaft und keine sehr große Genauigkeit gestattend, werden nur angewendet, wenn das Gußstück ein- oder doch nur wenigemal gegossen werden soll, um die größeren Kosten eines metallenen Modelles zu ersparen. Zu allen Gegenständen, welche als stehende Artikel oft gegossen werden müssen, deren Gestalt daher unverändert beibehalten werden soll, sind metallene Modelle im Gebrauche, z. B. für Geschütze in Geschützgießereien, für die Eisenmunition u. s. w. — Der schon fertigen, zum wiederholten Gebrauche dienenden Modelle bedient man sich in der Sand- und Massenförmerei; bei der Lehmförmerei hingegen müssen die Modelle zuerst aus dem Formmateriale selbst angefertiget werden, und dienen, da sie ohne Zerstörung aus der darüber erzeugten Form nicht herausgenommen werden können, nur für einen einmaligen Guß.

Bei allen Gußwaaren, welche mit großer Genauigkeit nach einem bestimmten Maße angefertigt werden sollen, müssen die Modelle in allen Dimensionen um so viel größer erzeugt werden, als das Schwindmaß des Eisens beträgt; z. B. bei der Eisenmunition, bei Maschinentheilen und überhaupt Gußstücken, die als Theile eines Ganzen zusammengesetzt werden. Dieses Schwindmaß, um welches sich das flüssige Eisen beim Erkalten zusammenzieht, ist nicht bei jeder Eisengattung gleich, und muß daher in den besondern Fällen durch Versuche ausgemittelt werden; die Größe des Schwindens hängt übrigens bei derselben Eisensorte auch von der Temperatur ab, bei der dasselbe gegossen wird, was bei strenger Forderung der Dimensionen, wie beim Munitionsgusse, nicht unberücksichtigt bleiben darf. Man muß daher die Größe des Schwindmaßes nach der mittleren Temperatur des flüssigen Eisens nehmen, und dasselbe, wenn es zu heiß ist, in den Kellen etwas

auskühlen lassen, wenn die Kugeln nicht zu klein ausfallen sollen. Bei Gußstücken, welche abzudrehen sind, darf auch die in dieser Beziehung nothwendige Vergrößerung der Dimensionen für das Modell nicht außer Acht gelassen werden.

Wenn ein Modell vorstehende Theile hat, welche das Herausnehmen desselben aus der fertigen Form hindern würden, so muß dasselbe in mehre Theile zerschnitten sein, deren sich jeder, ohne die Form zu beschädigen, leicht ausziehen läßt. — Für Gußstücke, welche eine Höhlung erhalten sollen, muß die Form an der entsprechenden Stelle massiv ausgefüllt sein, was durch Einsetzen eines Kernes erreicht wird, welcher aus Lehm oder thonreichem Sande erzeugt und mit Sorgfalt getrocknet und gebrannt wird; nebstbei muß auf die Ableitung der aus der Formmasse und besonders aus dem Kerne sich entwickelnden Luft Bedacht genommen werden, wie es die späteren Beispiele deutlich machen.

423. Die Erzeugung derjenigen Formen, zu welchen fertige Modelle aus Holz oder Metall vorhanden sind, wird in eigenen Kasten, Formkasten, vorgenommen, um das Formmateriale in denselben zusammenzuhalten; daher diese Methode auch Kastenförmerei genannt wird. Nur Gegenstände, welche so einfach sind, daß sie sich schon durch bloßes Eindrücken des Modells in das Formmateriale leicht herstellen lassen, die Modelle auch leicht ausgehoben werden können, ohne etwas von der Form mitzunehmen, können gleich auf dem Herde, d. i. auf der Söhle des Hüttengebäudes, welche zu diesem Zwecke mit Formsand bis auf eine gewisse Höhe bedeckt ist, geformt werden, Herdförmerei. Die Sandförmerei kann auf beide Arten, auf dem Herde und in Kasten, die Massenförmerei jedoch nur auf letztere Art allein vorgenommen werden; verschieden von diesen beiden endlich ist der Vorgang, der bei der Lehmförmerei beobachtet wird.

424. Sandförmerei. Auf dem Herde. Um auf dem Herde zu formen, wird der die Hüttensohle bedeckende Formsand, welcher mit Kohlenstaub gut gemengt und gehörig befeuchtet ist, aufgelockert, mit dem Richtscheit geebnet, so daß die darauf gesetzte Schrotwage nach allen Richtungen eine horizontale Oberfläche anzeigt, und diese sodann mit feinem Formsand übersiebt. Auf diese Sandfläche wird das Modell aufgelegt, und durch leichtes Klopfen mit einem Hammer so angeschlagen, daß man dessen untere Fläche abgedrückt vermuthen kann, wobei man zugleich auf eine horizontale Lage der Oberfläche des Modelles zu sehen hat. Hierauf stampft man gegen die Kanten des Modelles so viel Formsand, daß

derselbe eben so hoch als dieses zu stehen kommt. Mit der Form setzt man den Einguß, d. i. eine kleine flache, etwas höher liegende Grube, in die das Eisen gegossen wird, durch eine Rinne in Verbindung; größere Gußstücke erhalten deren auch mehre. Da ein zu feuchter Sand leicht ein Aufkochen des Eisens und Blasen in der Eisenmasse veranlaßt, und dieses um desto mehr, je fester der Boden ist, so sticht man in den aus dieser Ursache aufgelockerten Boden mehre Löcher neben der Form in schräger Richtung unter dieselbe, um das Entweichen des Wasserdampfes zu begünstigen. Nachdem noch einzelne vorspringende Theile durch hölzerne Nägel an dem Boden befestiget sind, um sie nicht hinwegzureißen, und die Form längs den Kanten des Modelles mit einem nassen Pinsel bestrichen worden ist, damit der Sand um desto sicherer stehe, so klopft man behutsam an alle Theile des Modelles, um es von der Form abzulösen, und hebt dasselbe mittelst Handhaben unter schwach zitternder Bewegung aus der Form heraus, welche sodann mittelst kleiner Kellen ausgebessert wird. Hierauf wird die Form, um das Anbacken des Sandes an das Eisen zu verhindern, mit feinem Kohlenpulver mittelst des Staubbeutels überstäubt, und dasselbe sodann mittelst kleiner Kellen oder an tieferen Stellen mittelst des Modelles selbst angedrückt. Ist sodann die Form mit Eisen gefüllt und dasselbe an der Oberfläche starr geworden, so bedeckt man es mit warmen Sande, um die Abkühlung zu verzögern. Auf diese Art werden z. B. Gitter, Räder, Roststäbe, Platten aller Art und vorzüglich Gegenstände, die bei geringer Dicke lang und breit sind, geformt. Man nennt sie insbesondere die offene Herdförmerei. Die obere Fläche der Gußstücke wird hiebei nicht eben, sondern concav eingesunken. Will man dieses vermeiden, so bedeckt man die Form mit Eisenplatten, die an der untern (mit Zacken versehenen) Fläche mit einem Lehmüberzuge bekleidet, dann ausgeglüht und geschwärzt sind, und woran auch Erhabenheiten eingeformt sein können. Man nennt diese Formmethode die verdeckte Herdförmerei. In diesem Falle legt man den Einguß lieber etwas höher, damit das Eisen gewiß bis an die obere Platte steige. Kommen bei der Herdförmerei kleine Oeffnungen, Einschnitte u. s. w., wie z. B. Zähne an Rädern für Maschinen vor, so ist es besser, die dazu gehörigen Theile im Lehme zu formen, scharf zu trocknen, und in die Form einzusetzen, da sie im Sande gebildet, leicht weggespült werden dürften.

425. In Formkasten. Die Formkasten, welche beim Formen das Modell von allen Seiten in einem gleichen Abstande umgeben, haben die Bestimmung, das in dem Zwischenraume zwischen Kasten und Modell

eingestampfte Formmateriale zusammenzuhalten, und erscheinen sodann gleichsam als ein die Form umgebender Mantel. Die Formkasten sind von Eisen, oder wenn die Form nicht getrocknet und gebrannt wird, wie es bei der Sandförmerei der Fall ist, von Holz. Die Anzahl der für die Form eines Gußstückes nothwendigen Kasten richtet sich in der Hauptsache nach der Eintheilung des Modelles, so daß 2, 3 und mehr Kasten zu einer Form gehören. Ihre Größe in Bezug von Länge und Breite richtet sich nach der Größe des Gußstückes; verhältnißmäßig zu große Kasten haben den Nachtheil von unnöthiger Arbeit und erschweren das Austrocknen, wo es geschehen muß, während bei zu kleinen Kasten, wegen zu geringer Stärke der Formwand, eine in vielen Fällen ungünstig wirkende, zu schnelle Abkühlung des Eisens eintritt. Ihre Höhe anbelangend, so ist nur die eines mittleren Kastens (bei Anwendung von drei oder mehren) ganz genau durch die Höhe des dazu gehörigen Modelltheiles bestimmt; die Höhe des ersten und letzten Kastens hingegen ist gleichgültig, indem nur, wie eben gesagt wurde, die nothwendige Stärke der Form gefordert wird. Ihrer Gestalt nach sind diese Kasten prismatisch, cilindrisch, auch kegelförmig, der Länge nach getheilt oder nicht, mit oder ohne Ausbauchung u. dgl., je nachdem die Gestalt des Modelltheiles es verlangt. Durch Ringe und Stifte müssen sowohl die einzelnen nach der Länge getheilten Kasten zusammengehalten, als auch einer mit dem andern fest und unwandelbar zusammengepaßt und befestiget werden können. — Zur Kastenförmerei wird ein etwas mehr klebender, also mehr thonhaltiger Sand, welcher hiezu auch nicht mit Kohlenpulver gemengt wird, genommen. Der Vorgang bei dieser Formmethode wird aus folgenden Beispielen ersichtlich.

426. **Formen von Kugeln, Granaten u. s. w.** Die Modelle zum Formen der Kugeln sind von Messing, Bronce, in manchen Gießereien auch von Gußeisen; sie bestehen aus zwei hohlgegossenen, genau abgedrehten Halbkugeln, A und B Fig. 47, welche dosenartig an einander schließen. In manchen Gießereien werden sie, nach der Form des Schlußrandes, die männliche und weibliche Halbkugel genannt. In jeder derselben ist eine Querstange m nach der Richtung des Durchmessers als Angriff angebracht. Die Metallstärke beträgt selbst bei dem Modelle für die 24pfdg. Kugel nur 3‴ 4⁗. Um genau kugelförmige Körper zu erhalten, muß der verticale Durchmesser des Modelles (nach der Stellung der Form beim Guße) etwas kleiner sein, als der darauf senkrechte, in die Ebene des Schlußrandes fallende; auch müssen diese Abmessungen für jeden Caliber, damit die Kugeln calibermäßig ausfallen, mit Berücksichtigung des Schwindmaßes des Guß-

eisens, so wie auch nach der Beschaffenheit des Formsandes bestimmt werden. Das gewöhnliche Schwindmaß von $\frac{1}{96}$ für die lineäre Zusammenziehung des Gußeisens scheint für die verschiedenen Arten desselben, wenn die Temperatur des zu gießenden Eisens berücksichtiget wird, gelten zu können; in Bezug des Einflusses des Formsandes auf die Durchmesser der Modelle können nur Versuche entscheiden. — Die dazu gehörigen Formkasten sind aus Gußeisen und aus zwei Theilen C und C′ Fig. 46 und 47 zusammengesetzt, welche mittelst Haken und Ringe an einander gepaßt und durch Schließen während des Formens und Gießens in unveränderter Lage befestiget erhalten werden; nebstbei ist jeder derselben mit Handhaben versehen. Die Abmessungen derselben sind so bestimmt, daß selbst bei den kleinsten Calibern noch eine Sandstärke von 14 bis 18‴ an der Seitenwand vorhanden ist, und die über den höchsten Rand der Kugel reichende nicht viel mehr beträgt.

Das Modell für den Einguß, Gußkegel d, welches auf den höchsten Punkt der einen Halbkugel aufgesteckt werden kann, ist von kegelförmiger Form, endet aber auch an dem stärkeren Theile in eine Spitze; diese dienet, um sie nach dem Herausziehen des Modelles aus der Form in das Gußloch von innen hineinzudrücken und hiedurch demselben eine solche Form zu geben, daß beim Abschlagen des Gußzapfens der Bruch nicht inner die Oberfläche der Kugel greife, sondern bei x erfolge (Fig. 46).

Das Formen selbst geschieht auf der Formbank, die längs der Mauer des Hüttengebäudes angebracht ist. Der Förmer legt die eine Halbkugel (die weibliche) mit ihrer Höhlung auf ein Brett, Bodenbrett D, stellet die zugehörige Formkastenhälfte so darüber, daß die entgegengesetzten Abstände des Modells von derselben einander gleich sind; das Modell wird sodann mit Kohlenpulver überstäubt, Sand in den Raum zwischen Modell und Kasten geschüttet, unmittelbar um das Modell feinerer, entfernter gröberer; der Sand wird gleichförmig festgedämmt, ohne dabei auf das Modell zu stoßen. Mit dem Eintragen und Festdämmen wird fortgefahren, bis selbst der auf dem Kasten aufgehäufte Sand mit einer Pritsche festgeschlagen ist, wonach der Ueberschuß desselben abgestrichen wird. Hierauf wird ein zweites Brett darüber gelegt, und während beide Bretter, dieses und das Bodenbrett, fest an einander gehalten werden, wird der Formkasten umgekehrt, so daß die Höhlung des Modelles nach aufwärts stehet. Hierauf wird die zweite (männliche) Halbkugel des Modelles auf die erste aufgesetzt, der zugehörige Formkasten darübergestellt und befestiget, der Gußkegel an dem höchsten Punkte angebracht und nun, nachdem das Modell und die

früher geglättete Fläche des Sandes mit Kohlenstaub bestreuet ist, das Einformen der zweiten Hälfte, wie früher, vorgenommen. Nachdem sodann die beiden Formkastentheile von einander abgehoben sind, werden die beiden Halbkugeln, mit Hilfe einer Chablone (ein halbcilindrischer Ring vom Durchmesser des Modells) nop Fig. 48 herausgenommen; man drücket zu diesem Zwecke die Chablone auf dem Sande an das Modell und drehet dasselbe, mit der anderen Hand an der Querstange, gegen die Chablone zu in die Höhe. Die sodann wieder horizontal zusammengesetzten Formkasten werden mit zugedecktem Eingußloche zum Gießen in Bereitschaft gestellt.

Das Entweichen der Luft aus der Form beim Eingießen des Eisens erfolgt entweder durch die Zwischenräume der Sandmasse, nämlich auf demselben Wege, auf welchem die Wasserdämpfe und die aus dem zersetzten Wasser (bei der Berührung mit dem glühenden Eisen) entstehenden Gase entweichen, oder man bringt eigene Abzüge, Windpfeifen r, auf dem oberen Theile der Kugel an, in welchem Falle sodann der Gußkegel s seitwärts derselben einmündet, wodurch der gegossene Körper die in Fig. 49 vorgestellte Form zeigt.

Auf die vorbesagte Art werden in dem Gußwerke nächst Maria-Zell die Formen für die 12, 18 und 24 pfdgn. Kugeln erzeugt; von den kleineren wurden 3 und selbst 5 Stücke in einem Kasten von länglich rechteckigem Querschnitte geformt. An manchen Orten werden 4 Stücke in einem Kasten erzeugt, so daß die sodann gegossenen Kugeln nach der Art zusammenhangen, wie es in Fig. 50 vorgestellt ist, bei welcher der über a entstandene Gußzapfen, so wie die Windpfeifen nicht mehr angezeigt sind.

Diese Art des Formens ist nur mit ganz geringen Abänderungen fast in allen Gießereien eingeführt; wesentlich davon verschieden ist die in dem Gußwerke bei Horzowitz in Böhmen eingeführte Formmethode. Das Eigenthümliche derselben ist: das (gußeiserne) Modell ist nicht in zwei Hälften getheilt, sondern eine ganze Kugel und mit einer Spindel, wie Fig. 51 A zeigt, versehen; hiezu ist an dem einen Formkasten (Gußtruhe daselbst genannt) eine Vorrichtung B angebracht, an der zwei halbkreisförmige Einschnitte vorhanden sind, um die Spindel mit den beiden cilindrisch abgedrehten Theilen r und s einlegen zu können; mit Hilfe einer Schraubenzwinge, mit der die Spindel an der genannten Vorrichtung bei t befestiget wird, ist das Modell in der Mitte der Formkasten in unveränderter Lage erhalten. Das Bodenbrett endlich ist mit einem kreisförmigen Ausschnitte vom Halbmesser des Modelles versehen, um dasselbe zur Hälfte einsenken zu können. — Zum Formen der ersten Halbkugel wird das Bodenbrett auf zwei Unterlagen gelegt, das Modell zur Hälfte eingesenkt, der Formkasten mit jener Vorrichtung darüber gestellt, und die in die Einschnitte

eingeschobene Spindel mit der Schraubenzwinge befestiget; hierauf wird das Einformen der aus dem Bodenbrette hervorragenden Hälfte, wozu sie mit Oehl bestrichen wird, so wie im Vorigen vorgenommen, nach dem Umkehren wird das Modell für den Gußzapfen und dann für die Windpfeife, wie es Fig. 49 zeigt, aufgesetzt und das Einformen vollendet. Hierauf wird das Modell, nachdem die Schraube nachgelassen worden ist, mittelst einer bei u angesteckten Kurbel 5 bis 6mal umgedrehet und hiedurch die Form geglättet. Zuletzt wird, wenn bei aus einander genommenem Gußkasten, das Modell herausgehoben ist, die Oeffnung, welche durch die Spindel in der Form geblieben ist, ausgedämmt, wozu von innen ein Kugelsegment entgegengehalten wird.

427. Zur Anfertigung der Formen für Schrote hat man eine größere Anzahl massiver Kugeln und ein cilindrisches Eingußmodell, von welchem mehre kurze Arme, deren Zahl sich nach der Größe des Calibers richtet, als Zweige des Eingusses nach den beiden entgegengesetzten Seiten ausmünden. Zum Formen selbst wird das Eingußmodell mit seinen Armen so wie die Kugeln selbst bis zum größten Durchschnitte in die correspondirenden Aushöhlungen des Modellbrettes eingesenkt, der halbe Formkasten darüber gestellt und wie im Vorigen verfahren. Nach dem auf die vorerwähnte Weise bewerkstelligten Umkehren wird das nach oben gekommene Modellbrett weggenommen und das weitere Formen über die zur Hälfte hervorragenden Kugel- und Eingußmodelle fortgesetzt und vollendet. Die nach dem Gusse aus der Form genommenen Kugeln hangen auf die in Fig. 52 vorgestellte Art zusammen. — An manchen Orten hangen die Kugelmodelle unmittelbar an einem Gußzapfen in einer Reihe an einander; mehre Reihen werden in das Modellbrett eingesenkt und das Eingußloch und die Communicationen der einzelnen Reihen durch eingelegte Holzleisten gebildet.

428. Die Erzeugung der Formen für hohle Munition zerfällt in die Darstellung der Form nach deren äußeren Gestalt, und in die des Kernes, der in erstere eingesetzt, die Figur und Größe des hohlbleibenden Raumes bedinget.

Die Kerne werden entweder aus Lehm oder einem thonreichen Sande erzeugt, was in jedem Falle über eine eigene Kernspindel oder Kernstange, mit welcher der Kern in der hohlen Form befestiget wird, geschieht. Die Lehmkerne werden gewöhnlich auf folgende Art angefertiget. Die Kernspindel, ein hohler Cilinder AB, Fig. 53, dessen Höhlung durch Oeffnungen mit dem Innern des darüber angefertigten Kernes communicirt, und welche näher gegen das eine Ende mit einer Verstärkung m versehen ist, wird, nachdem sie durch das Anstecken des Theiles C an der einen Seite verlängert und eine Kurbel in das andere Ende eingesteckt worden ist,

druck Kohlen- oder Erzgicht für die auf einmal aufgegebene Menge der Kohle oder des beschickten Erzes allein gebraucht; die Anfangs aufgegebenen Gichten nennt man auch leere, und die ohne Gebläse niedergehenden stille Gichten. Das Aufgeben der Gichten wird jedesmal dann besorgt, so oft durch das Sinken der vorher aufgegebenen der nöthige Raum für eine neue Gicht frei wird. Es ist gebräuchlich, daß zu jeder Gicht immer dieselbe Quantität von Kohlen beibehalten und daß dieselbe nicht dem Gewichte nach, sondern nach dem Volum abgemessen werde. Unmittelbar auf das Bett von Kohlen wird die nöthige Quantität vom beschickten Erze, jedoch nach dem Gewichte aufgegeben. Die Mengung der verschiedenen Erzgattungen und des Zuschlages wird aber nicht immer vorher in größeren Massen vorgenommen, sondern der Zuschlag wird meistens, oft auch jede Erzgattung für sich allein abgewogen, und nach einander aufgegeben, wodurch man den Vortheil erreicht, daß man nach dem Gange des Ofens nicht nur die Größe der Erzgichten (wonach sie auch leichte und schwere genannt werden), sondern auch das Verhältniß der Beschickung den Umständen gemäß, abzuändern vermag. — Ist hiebei die Erzgicht noch nicht diejenige, welche die Kohlen zu tragen vermögen, so nennt man den Gang des Ofens gar oder hitzig; im Gegentheile, ist zu viel Erz auf die Kohlen gesetzt, so entsteht ein roher oder übersetzter Gang.

407. Der Sauerstoff der eingeblasenen atmosphärischen Luft wird gleich in der Nähe der Form, und über derselben von den Kohlen verzehrt, daher auch hier der Verbrennungsraum, der Raum der größten Hitze, ist. Das übrig bleibende Stickgas, das entstandene kohlensaure Gas, das bei der fortdauernden Berührung mit glühenden Kohlen zu Kohlenoxydgas desoxydirt wird, ferner das aus dem zersetzten Wasserdampfe, welcher in jedem Falle durch die atmosphärische Luft in den Ofen gebracht wird, hervorgegangene Kohlenoxyd- und Hydrogengas steigen nach aufwärts und erhitzen die oben eingefüllten Erze. Diese erleiden hiedurch in dem obersten Raume eine Art Röstung oder Vorbereitung und sinken hiebei allmälich in die tieferen und heißeren Schichten, wo das Eisenoxyd durch die reducirend wirkenden Gase, das Kohlenoxyd- und Wasserstoffgas, so wie durch die Kohle selbst desoxydirt werden. Das Stickgas, so wie das kohlensaure Gas und der Wasserdampf, welche letztere beide durch diesen Proceß erzeugt werden, entweichen zur Gichtmündung, gleichzeitig auch Kohlenoxyd- und Wasserstoffgas, welche die genannte Umwandlung nicht erlitten hatten; letztere Gase sind es, welche sich sodann in Berührung mit der Atmosphäre entzünden und die Gichtflamme bilden. (Benützung derselben, siehe später.) — Das reducirte

Eisen erlangt sodann auf seinem weiteren Wege diejenige Temperatur, in welcher es sich mit dem Kohlenstoffe verbinden kann, wodurch es als gekohltes Eisen schmilzt. Indessen haben auch die vorhandenen Erden, und die Kieselsäure auf einander eingewirkt, und sind zur glasartigen Masse, der Schlacke, geschmolzen, die nun jenes flüssig gewordene Eisen einhüllet. In der Region der stärksten Hitze endlich wirken aber auch das gekohlte Eisen und die Schlacke auf einander ein; der Kohlenstoff nämlich reducirt einen Theil der darin befindlichen Radicale, als: Silicium, Mangan, Calcium, Aluminium u. s. w., welche sodann mit dem Eisen in Verbindung treten. Die Menge des auf diese Weise durch Kiesel u. s. w. verdrängten Kohlenstoffes ist desto größer, je höher die Temperatur ist, und je länger das Eisen derselben ausgesetzt bleibt. In dem Eisenkasten sammelt sich nun das entstandene Roheisen sowohl als auch die Schlacke an, welche letztere als specifisch leichter die obere Schichte einnimmt, und so noch ferner die Schutzdecke gegen den Windstrom bildet. Die hohe im Gestelle entwickelte Hitze erhält das Ganze im flüssigen Zustande.

408. Die letzten beständigen Producte des Hohofenprocesses sind daher eine regulinische Masse von gekohltem Eisen, in welcher noch andere reducirte Körper, als: Schwefel, Phosphor, Silicium, Mangan, Chrom u. s. w. als fremde Beimengungen enthalten sind, und eine ihr gegenüberstehende Verbindung von nicht reducirten Körpern, nämlich von Basen mit Kieselsäure, die Schlacke. Auch wurde im Vorhergehenden erwähnt, daß noch in der letzten Periode des Processes eine Wechselwirkung zwischen den oxydirbaren Stoffen der metallischen Masse, und den reducirbaren der Schlacke statt findet. Es geht daraus hervor, daß Eisen und Schlacke in genauer Beziehung zu einander stehen, und daß die jedesmalige Beschaffenheit der letzteren theils durch die Beschickung (in Bezug ihrer Schmelz- und Reducirbarkeit), theils von der Temperatur bestimmt werde.

Die Temperatur aber selbst hängt in den meisten Fällen von dem Verhältnisse des Erzsatzes zu dem Kohlensatze ab. Es wird als unzweifelhaft angesehen, daß sich im Ofen bei jeder Beschickung zuerst stets weißes Roheisen bildet, und daß dieses erst in sehr hoher Temperatur sich in graues umwandelt, oder doch zur Umwandlung in graues beim langsamen Erkalten geschickt gemacht werde. Daß der Erfolg der Einwirkung einer sehr hohen Temperatur wirklich der genannte sei, ist durch die Erfahrung bestätiget, wie es bei zwei gleichen Oefen beobachtet wurde, wovon der eine weißes Roheisen lieferte, während der andere unter Anwendung desselben Erzes und derselben Zuschläge (unter gleichem Verhältnisse der Beschickung) graues

lieferte, wo bei ersterem auf 1 Thl. Eisen 1.286 Kohle, bei letzterem aber 1.84 Kohle erforderlich waren; auf welche Art aber die Wirkung der hohen Temperatur erfolgt, darüber können nur Vermuthungen aufgestellt werden. — Eben so ist gewiß, daß durch die Einwirkung der hohen Temperatur in dem Ofen selbst die Ausscheidung des Kohlenstoffes als Graphit nicht statt findet, weil, wenn dieses geschähe, auch bei schneller Abkühlung des Productes ein graues Roheisen erhalten werden müßte, während doch in diesem Falle ein weißes hervorgehet. Durch die höhere Temperatur, und das längere Verweilen des gekohlten Eisens im Schmelzraume vor der Form, was die Folge einer etwas strengflüssigen Beschickung ist, wird demselben ein Antheil Kohle entzogen, indem die Menge des gebundenen und freien Kohlenstoffes in dem erhaltenen grauen Producte stets kleiner ist, als die Menge des Kohlenstoffes im Spiegeleisen, welches doch dasjenige ist, das sich bei dem mindesten Hitzegrade, der noch eine vollkommene Reduction gestattet, erzeugt. Es entsteht daher aus dem Spiegeleisen (dem Carburete) ein Subcarburet, das den Kohlenstoff nicht so fest gebunden hält, als ersteres, und aus welchem sich daher in Folge der durch die höhere Temperatur herbeigeführten langsamen Erstarrung der Kohlenstoff als Graphit ausscheidet.

Immer wird daher weißes Roheisen einer solchen Umwandlung nicht unterliegen, sondern als solches aus dem Ofen erhalten, wenn aus irgend einem Umstande die Temperatur im Ofen vor der Form, oder etwas über der Form nicht hoch genug ist, oder wenn das geschmolzene Metall zu schnell in das Gestell gelangt, und somit nicht lange genug der Einwirkung einer starken Hitze, und der Wechselwirkung mit der Schlacke ausgesetzt war. Dieses findet statt bei zu leichtflüssiger Schlacke, wie z. B. der Fall ist, wenn sich leichtflüssige Manganoxydulsilicate bilden, in Folge der Anwendung von Erzen, die an Manganoxyd reich sind, oder wie sie entstehet bei übersetztem Gange des Ofens oder bei Mangel an Kalk als Zuschlag, in Folge von Bildung leicht schmelzbarer Eisenoxydulsilicate. Die Umwandlung des weißen Roheisens in graues erfolgt ferner nicht, bei zu großem Verhältnisse von Erz gegen die Kohlen, also bei übersetztem Gange, oder wenn das Gestell durch leichte Kohlen bei starkem Winde nicht genug erhitzt wird, oder wenn Schacht oder Gestell durch zu geringe Lebhaftigkeit beim Verbrennen der Kohle, wie sie bei Versetzung im Ofen oder bei sehr mit Wasserdunst beladener Gebläseluft eintreten kann, zu kalt bleiben, oder wenn die Luft des Gebläses wegen zu bedeutender Erweiterung des Gestelles nicht mehr kräftig genug wirken kann, und wenn das Erz zu unvorbereitet in den Schmelzraum kommt, wie es nach dem Anlassen des Ofens bei

dem ersten Abstiche des Eisens geschehen kann, weil der Schacht selbst bei einem Uebermaß von Kohle, noch nicht hinlänglich ausgeheizt ist. Hiebei muß aber noch bemerkt werden, daß einige Körper, namentlich Phosphor und Schwefel, dem Roheisen eine weiße Farbe ertheilen, so daß unter Umständen das Resultiren eines weißen Eisens auf das Vorhandensein von Phosphor oder Schwefel deuten kann. — Dagegen wird graues Roheisen jederzeit bei einem sehr hitzigen Gange des Ofens entstehen, wo der Wind gehörig aus der Gicht bläst, die Schlacke nicht zu flüssig, aber auch nicht zu steif, und die Hitze im Gestelle möglichst groß ist.

409. Die Anzeichen, die ein Ofen während des Betriebes darbietet, sind für den Hüttenmann von größter Wichtigkeit, um den Gang desselben daraus zu erkennen, und die gehörigen Maßregeln zur Regulirung desselben treffen zu können.

Die Gichtflamme muß lebhaft hervorbrechen, ohne sichtbaren Rauch sein, und gleichförmig anhalten. Ist diese zu schwach, so kann der Wind die Schmelzmaterialien nicht gehörig durchdringen, daher auch das Verbrennen der Kohle nicht mit der gehörigen Wirkung vor sich gehen; der Schacht bleibt daher zu kalt, und die Erze werden nicht gehörig vorbereitet. Sehr dunkle, und von einem sichtbaren Rauche begleitete Flamme zeigt, daß es dem Ofen an Hitze fehle, er ist mit Erz übersetzt; ungleichförmiges Hervorbrechen derselben aber, daß eine Versetzung im Schacht eingetreten ist. Aus dem Tümpel hingegen soll, wenn übrigens die Construction gut ist, gar keine, oder nur schwache Flamme mit geringer Geschwindigkeit entweichen; am wenigsten darf eine unruhige Flamme hervorbrechen. — Das Niedergehen der Gichten muß gleichförmig sein, oder in fast gleichen Zwischenräumen erfolgen, es muß ferner regelmäßig geschehen, d. i. die oberen Schichten müssen sich gleich senken, und keine schiefe Stellung annehmen. Ein Rutschen der Gichten ist ein zuverlässiges Zeichen von Versetzung, obwohl umgekehrt Versetzungen nicht immer davon begleitet sein müssen. In jedem Falle muß durch Verminderung des Erzsatzes abgeholfen werden. — Die Form, welche so, wie das Ansehen der Schlacken das zuverlässigste Zeichen abgibt, soll frei, hell und glänzend sein, so daß man auf den ersten Blick das im Gestelle und Herde Befindliche nicht zu unterscheiden vermag; es ist dieses das Zeichen eines garen Ganges. Dessen ungeachtet können sich um das Formmaul erhärtete Materien ansetzen, eine Nase bilden, was eine zu große Strengflüssigkeit anzeigt, daher man eine leichtflüssigere Beschickung zusammensetzen, und die Form häufig reinigen muß, bis sie ganz rein erscheint. Je weniger die Form leuchtet, dunkel-

roth erscheint, desto mehr ist der Erzsatz vorherrschend. Die Schlacken endlich geben zwar nicht durch die Farbe ein bestimmtes Kennzeichen über den Gang des Ofens, weil verschiedene Erze verschiedene gefärbte Schlacken liefern (grün und blau sind die Hauptfarben), jedoch kann man annehmen, daß je garer der Gang des Ofens, und je reiner das Eisen ausgebracht wird, desto heller die Farbe derselben sei; je näher dem rohen Gange, desto dunkler sind dieselben gefärbt. Sind die Schlacken bei Holzkohlenhohöfen glasartig, glänzend, so ist der Gang weder hitzig noch zu roh; beim garen Gange sind sie halb durchsichtig, werden sie aber matt, blasig, erdig, dunkel, so ist der Rohgang vorhanden. Bei den Coakshohöfen ist selten die Durchsichtigkeit der erstern hervorzubringen.

Aber nicht eines der genannten Kennzeichen, sondern alle und dieses in feineren Nüancen, als hier aus einander zu setzen der Zweck ist, müssen von dem, welchem die unmittelbare Leitung des Schmelzprocesses übertragen ist, zusammengehalten, wie nicht minder die Beschaffenheit des erhaltenen Productes, des Eisens, beim Abstechen, in Bezug der Farbe, des Flüssigkeitszustandes, der Art des Erstarrens u. s. w. in Erwägung gezogen werden, um denjenigen durch die Erfahrung schon erkannten Gang einzuleiten und zu erhalten, bei welchem das Roheisen von der verlangten Beschaffenheit dargestellt werden kann.

410. Der Artillerieofficier wird zwar niemals in die Lage kommen, daß ihm die Führung des Hohofenbetriebes selbst übertragen wird, doch kann er den Guß der Munition und der Geschütze, oder die Lieferungen des Rohmateriales, welches zum Umschmelzen, Behufs der Darstellung eiserner Geschütze vom zweiten Gusse oder zur Stabeisenbereitung bestimmt ist, zu überwachen haben. Da von der Güte des Rohmateriales die möglichst zu erreichende Güte des künftigen Productes abhängig ist, für erstere aber schon eine genaue Beobachtung und Erkennung des Ofenbetriebes Aufschluß zu geben im Stande sein wird, so ist die Vergleichung aller während des Betriebes vorkommenden Umstände von größter Wichtigkeit, indem auf diese Art die geeignetsten Mittel zu einem regelmäßigen oder bestimmten Gange des Ofens ergriffen werden können, um gerade jenes Eisen zu erzielen, welches als das der Absicht am besten entsprechende erkannt ist. Hiezu gehören: die Zusammensetzung der Gichten, welche die vortheilhaftesten Resultate in Bezug der Quantität und Qualität (in so ferne letztere insbesondere von Wichtigkeit ist) gegeben haben — das Maximum des Satzes, wozu man gelangt ist — die Ursachen, warum man sich davon entfernt hat. Man muß ferner den verschiedenen Druck des Gebläses be-

obachten, so wie die Aenderung der Düsenweite, die Ursache von den hierin gemachten Aenderungen, und die dabei hervorgehenden Resultate. — Man muß ferner mit großer Sorgfalt auf die Veränderungen sehen, welche bei den Schmelzmaterialien vorkommen, und die dazu gehörigen Resultate damit vergleichen — es müssen die Störungen erwogen werden, welche der Betrieb erlitten, die muthmaßliche Ursache derselben, und die Mittel, wodurch sie verhindert wurden, eben so der Einfluß, welchen die meteorologischen Veränderungen auf den Gang des Hohofens ausüben. — In jedem Falle muß die Vergleichung der Farbe und Consistenz der Schlacke in Verbindung mit der Qualität des producirten Roheisens nicht außer Acht gelassen werden u. s. w. Derlei mit gehöriger Urtheilskraft gemachte, und in einem Betriebsjournale zusammengetragene Vergleichungen werden dem mit der oben ausgesprochenen Ueberwachung Beauftragten als Richtschnur für die Beurtheilung der Anwendbarkeit des Materiales dienen; der die Leitung des Betriebes Führende hat überdieß ein Journal oder eine Schmelztabelle zu unterhalten, in welchem die Anzahl der Gichten (die Größe des Verbrauchs an Kohlen, Erz und Zuschlägen), die Anzahl der Abstiche, der erzeugten Gußwaaren, der mißrathenen Stücke, der Eingüsse u. s. w. vorgemerkt sind, um von dem Verhältnisse des Aufwandes an den verschiedenen Materialien zur Größe der Production in Kenntniß zu sein.

411. Benützung der Gichtflamme. Während in früherer Zeit die aus der Gicht der Hohöfen entweichende Flamme ganz unbenützt geblieben war, sucht man dieselbe in neuerer Zeit, wo Ersparung des Brennmateriales, besonders des vegetabilischen, ein immer mehr gewürdigter Gesichtspunkt des Hüttenbetriebes geworden ist, zu verschiedenen Zwecken zu verwenden. Man benützt nämlich die Gichtflamme zum Brennen des Kalkes, zum Dörren oder Verkohlen des Holzes, zum Erhitzen der Gebläseluft (von deren Anwendung am Ende der Roheisenerzeugung gesprochen wird), ferner zur Kesselfeuerung für Dampfmaschinen, wo die vorhandene Wasserkraft zur Bewegung der Gebläse nicht ausreichend ist, zu welchen Zwecken die nöthigen Oefen, oder sonstigen Apparate in der unmittelbaren Nähe der Gicht angebracht werden müssen. Auch selbst das Verfrischen des Eisens in angebauten Flammenöfen hat man mit derselben bereits versucht.

412. Sind so viele Gichten niedergegangen, daß sich das Untergestell mit flüssigem Roheisen angefüllt hat, und nur noch wenig Raum für die Schlacke übrig ist, so wird zum Abstechen desselben geschritten. Hiezu wird früher bei Hohöfen die Reinigung des ganzen Untergestelles, besonders des

Vorherdes vorgenommen, sodann wird der Ablaßgraben fertig gemacht, welcher die Stichöffnung mit dem Herde (Hüttensohle), worauf das Eisen sich ausbreiten soll, oder mit den Formen verbindet, um es zu Gußwaaren zu bilden, das Gebläse in Ruhe gesetzt, die Stichöffnung durchstoßen, und das Eisen abgelassen. Ist dasselbe zum Verfrischen bestimmt, so läßt man es in Formen laufen, welche in Gestalt langer scharfkantiger Parallelepipeden, in der nöthigen Zahl, in dem die Herdsohle bedeckenden Sande gebildet werden, oder in eine muldenförmige auf gleiche Art gemachte Vertiefung von beiläufig scheibenartiger Gestalt, Flossen, Gänze, Frischstücke. Sobald gegen das Ende die Schlacken aus dem Stichloche kommen, sucht man sie durch dammartig vorgeworfenen Sand aufzuhalten, indem man ihnen einen Abfluß zur Seite öffnet; auch läßt man sie über die genannten muldenförmigen Stücke fortrinnen, bringt sie sodann durch Begießen mit Wasser zum Erstarren, und zieht sie von dem noch flüssigen Eisen mit Krücken ab. Da diese Schlacke noch Eisenkörner eingemengt enthält, so bringt man sie ins Schlackenpochwerk, um dieselben, als sogenanntes Wascheisen, durch Wasser von dem leichteren Schlackenpulver zu scheiden. Da die Schlacke fünf- und selbst neunmal mehr an Volum beträgt, als das Eisen, so muß dieselbe auch für sich allein abgelassen werden, um Raum für das geschmolzene Eisen im Vorherde zu gewinnen. — Ist das Eisen zu Gußwaaren bestimmt, so muß man sich mit dem Abstiche oft auch nach der Förmerei richten; man läßt das Eisen durch Rinnen in die vorgelegten, unter der Hüttensohle versenkten Formen fließen, oder auch in große eiserne, mit Lehm überzogene, und früher gehörig angewärmte Kellen, in denen es zu verschiedenen, auf der Hüttensohle herum vertheilten Formen getragen wird. Bei Hohöfen kann man das Eisen auch unmittelbar aus dem Vorherde mittelst derlei kleiner Kellen, die 25 Pf. Eisen fassen, ausschöpfen, und zu den Formen kleiner Gußwaaren tragen. — Ist das Eisen zum Umschmelzen bestimmt, so wird es ebenfalls in regelmäßige parallelepipedische oder ähnliche Formen geleitet, deren nähere Dimensionen sich auch nach dem Umschmelzofen richten.

Nach dem Abfließen des Eisens wird das Untergestell, besonders der Vorherd, so wie die Stichöffnung von allen Schlackenmassen und zurückgebliebenem Eisen gereiniget, die Stichöffnung durch einen Pfropf von schwerem Gestübe sorgfältig verschlossen, der Vorherd mit glühenden Kohlen bedeckt, und das Gebläse angelassen. Der Betrieb des Hohofens wird nun ununterbrochen so lange fortgesetzt, bis der Schmelzraum sich so sehr erweitert hat, daß die verlangte Roheisengattung nicht mehr dargestellt werden kann, oder andere Umstände die Fortsetzung des Betriebes einstellen.

In diesem Falle schreitet man zum Ausblasen des Ofens; man hört mit dem Setzen der Erzgichten auf, gibt noch mehre leere Gichten, und bringt das Gebläse in Stillstand, sobald die Erzgichten niedergegangen sind. Am Bodenstein findet man eine halb gefrischte Eisenmasse, Eisensau, die mit dem Gestelle ausgebrochen werden muß. Soll ein Ofen nur auf kürzere Zeit außer Thätigkeit gesetzt werden, so dämpft man ihn, indem alle Zugänge und Oeffnungen verschlossen gehalten werden. Die Dauer einer Campagne ist unbestimmt, sie hängt von der Feuerbeständigkeit der Materialien, aus denen der Kernschacht, besonders die Rast und das Gestell gebaut sind, von der Strengflüssigkeit der Beschickung u. dgl. ab; sie kann von einigen Wochen bis zu mehren Jahren dauern.

413. Das Roheisen wird auch mit dem Namen Gußeisen belegt, in so ferne es die nothwendigen Eigenschaften zur Darstellung von Gußwaaren hat, und auch dazu verwendet wird.

Die Gußwaaren aus Eisen haben vor denen aus Kupfer oder Bronce angefertigten nachstehende Vorzüge: a. Schärfe der Abdrücke, indem das hinlänglich dünnflüssig werdende Eisen im Momente des Erstarrens sich ausdehnt, und dann beim Erkalten nur wenig schwindet. b. Härte, daher es zu Ambossen, Pocheisen, Walzen, und ähnlichen der Abnützung sehr unterworfenen Gegenständen anwendbar ist. c. Strengflüssigkeit, wodurch es zu Gußwaaren verwendet werden kann, die einem solchen Hitzegrade ausgesetzt werden, bei welchen das reine oder legirte Kupfer schon in Fluß kommen würde. d. Wohlfeilheit. — Nachtheilig stehet die große Strengflüssigkeit des Eisens entgegen, indem schon die Hervorbringung des zum Schmelzen nöthigen Hitzegrades mit Schwierigkeit verbunden ist, als auch eben dieser großen Hitze wegen die Formen, in die es gegossen wird, viel stärker angegriffen werden. Dieser Umstand, so wie das viel schnellere Erstarren des Eisens gegen Bronce macht das Gießen kolossaler Gegenstände aus ersterem viel schwieriger, als aus letzterer.

Obwohl im Allgemeinen das graue Roheisen im Gegensatze zum weißen als tauglich zur Anwendung von Gußwaaren angegeben wurde, so zeigen sich doch die verschiedenen Abstufungen des in diese Klasse gehörigen Eisens nicht gleich geeignet. So wird dunkelgraues Eisen, bei zu garem Gange des Ofens erzeugt, nur zu sehr groben Artikeln verwendet, die keiner Haltbarkeit bedürfen, und man gießt es zu denselben gleich aus dem Hohofen. Der Bruch desselben ist grob, und es scheidet sich viel Graphit aus. Diese Gattung Eisen ist größtentheils zum Umgießen im Flammenofen bestimmt. — Graues Roheisen zeigt sich als das beste zu

feineren und dünneren Güssen, da es bei dem schnellen Erkalten nicht so abgeschreckt wird, daß es sich verzieht oder springt; für große Gußstücke eignet es sich weniger, da es beim langsamen Erkalten in ausgetrockneten Formen zu viel Graphit ausscheidet, und im Innern schwammig wird. Diese Eisengattung erzeugt sich bei einem guten Gange des Ofens. Sie wird für feinere Artikel im Cupoloofen oder auch im Flammenofen umgeschmolzen, in welch letzterem Falle es in die folgenden Abstufungen übergeht. — Lichtgraues Eisen ist das eigentliche Materiale für große Gußstücke, wo Haltbarkeit und Zierlichkeit gefordert wird. Die Oberfläche ist glatt und wenn sie frei erkaltet, etwas concav eingesunken; es läßt sich mit der Feile und dem Meißel gut bearbeiten, eben so auch bohren, in dünnen Stücken ist es hart und weiß. Es wird ebenfalls gleich aus dem Hohofen gegossen, wo es sich bei mehr besetztem Gange erzeugt, oder auch im Cupoloofen zu kleinen Artikeln umgeschmolzen; im Flammenofen gibt es die folgende sehr haltbare Eisengattung. — Halbirtes Eisen. Es steht an der Grenze des zum Gießen verwendbaren Eisens; in dünnen Stücken wird es glashart, in dickeren lichtgrau und nur in sehr dicken Stücken scheiden sich die feinen Gruppen von Graphitbeimengungen in der weißeren Grundmasse aus, die auf eine desto größere Haltbarkeit und Härte zeigen, je feiner sie sind. Es ist nicht leicht unmittelbar aus dem Hohofen zu erzeugen, und erträgt, wenn es aus demselben, oder aus dem Flammenofen erhalten wurde, nicht mehr ein nochmaliges Umschmelzen in dem letzteren, indem es sich leicht in weißes Eisen umwandelt; für Geschütze und Walzen ist diese Gattung die brauchbarste, sie gibt eine große Haltbarkeit, Elasticität und Härte, welch letztere für spätere Bearbeitung sogar zu groß werden kann; doch füllt es unmittelbar aus dem Hohofen gegossen, die Formen nicht so gut aus, als die früheren Arten, und ist insbesondere des starken Zusammenziehens wegen beim Erkalten zu mancher Anwendung, als zum Munitionsgusse, weniger brauchbar. — Schwefelhaltiges Eisen ist für sich nicht zum Gusse anzuwenden, da es nicht dünnflüssig genug wird, zu schnell erstarrt, im Innern Blasen bekommt, und sehr leicht rostet; doch soll es, in sehr geringen Mengen zugesetzt, geringere Graphitabsonderung bedingen; hingegen das kaltbrüchige (phosphorhaltige) Eisen gibt ein vortreffliches Materiale für kleine zierliche Güsse, da es die Formen sehr gut ausfüllt; doch wird es dabei hart und spröde, daß es sich nur schwer bearbeiten läßt, und selbst in dickern Stücken keine Stöße aushält. Zu Kochgeschirren braucht man es nicht gerne, weil es Anfangs die Speisen schwärzt; diesem Uebelstande kann man abhelfen, wenn man in solchen Geschirren Wasser, worin Fett suspendirt ist, bis zur

Trockene eindampft. Zum Gusse der hohlen Munition wäre ein derlei Eisen nicht geeignet, da die Sprödigkeit desselben befürchten ließe, daß es durch den Stoß der Pulverkraft im Rohre selbst zerspringen könnte. Man wird daher in den Fällen, wo das Eisen ohne vorhergehendes Umschmelzen unmittelbar aus dem Gestelle des Hohofens verwendet werden soll, den Gang des Ofens so einrichten müssen, daß Eisen von der Beschaffenheit, wie es die darzustellenden Gegenstände verlangen, erblasen werde, was jedoch, ohne einen sonstigen Nachtheil herbeizuführen, nur innerhalb gewisser Grenzen geschehen kann.

Um nicht in die Gefahr eines zu sehr übersetzten Ganges zu kommen, wobei allerdings das erwünschte halbirte Eisen erhalten würde, hat man an einigen Orten, wo die Erze zu einem grauen Eisen geneigt waren, gesucht, den Ofen in seinem natürlichen Gange zu lassen, und auf folgende Art das für den Geschützguß taugliche Eisen zu erzeugen. Einige Zeit vor dem Abstiche wurde durch Einbringen von geröstetem Erze in das Gestell das erhaltene Roheisen zum Theile entkohlt, indem sich der Sauerstoff der Erze mit einem Theile des Kohlenstoffes aus dem Roheisen verbindet, wodurch ein starkes Aufkochen entsteht. Man erhielt dadurch ein lichtgraues Eisen, welches eigentlich ein Gemenge von grauem und stahlartigem Roheisen genannt werden muß. Diese Operation, das Füttern des Ofens genannt, wird von Vielen wegen der sehr großen Unsicherheit des Grades der Entkohlung nicht empfohlen, indem der beabsichtigte Zweck durch Umschmelzen des Eisens im Flammenofen viel sicherer erreicht werden kann.

414. **Umschmelzen des Roheisens.** Das Roheisen wird, wie es schon im Vorhergehenden angedeutet wurde, nicht nur unmittelbar aus dem Hohofen zu Gußwaaren verwendet, sondern in vielen Fällen einer Umschmelzung unterworfen. Der Zweck, welchen man mit diesem Umschmelzen verbindet, ist, das zu Gußwaaren vorräthige Eisen in den flüssigen Zustand zu versetzen, um es in die Formen gießen zu können, oder auch, um das Eisen zugleich in seiner Natur zu verändern, und so für manche Gegenstände brauchbar zu machen. Ersteres ist der Fall in Gießereien, die angelegt sind an Orten, wo wegen Entlegenheit von Erz und Brennmateriale kein Hohofen betrieben werden kann; letzteres dort, wo aus dem Hohofen durch die mögliche Aenderung im Betriebe nicht die gewünschte Roheisengattung erzielt werden kann, z. B. für den Geschützguß. — Es gibt drei verschiedene Arten, das Roheisen umzuschmelzen, nämlich in Tiegeln, in Cupolo- und in Flammenöfen.

415. Der Tiegelguß ist nur für kleine Gegenstände in Eisen gebräuchlich, und wird so wie der anderer Metalle in Zugöfen ausgeführt. Da das Eisen hiebei weder mit Kohle, noch mit der Luft, in so fern man einen dicht schließenden Deckel, oder auch einen glasartigen Fluß als Be-

deckung anwendet, in Berührung kommt, so ist diese Art ein eigentliches Umschmelzen des Eisens ohne Veränderung seiner Natur, außer daß es dabei gleichartiger wird.

416. Beim Umschmelzen im Cupoloofen, wo das Roheisen mit Kohle geschichtet, unter Einwirkung eines Gebläses niedergeschmolzen wird, ist zwar das Eisen der Einwirkung der Kohle ausgesetzt, indeß geschieht die Schmelzung so rasch, daß keine neue Verbindung des Eisens mit der Kohle erfolgen kann, wozu auch die hohe Temperatur, die dazu erforderlich wäre, nicht hervorgebracht wird. — Das in diesen Oefen umgeschmolzene Roheisen behält daher ziemlich dieselbe Beschaffenheit, welche es vor dem Umschmelzen hatte, nur daß es hiedurch dichter und feinkörniger wird. Sehr dunkelgraues Eisen ist daher füglich nicht zu gebrauchen, da alle Uebelstände, die es für den Guß hat, nicht verbessert werden, sondern nur graues Roheisen gilt als das beste Material für diese Oefen. Der Cupoloofen Fig. 42 ist ein Schachtofen aus feuerfesten Ziegeln von 7, höchstens 13′ Höhe, über einem gemauerten Fundamente, auf dem eine eiserne Bodenplatte liegt. Der Schachtraum ist conisch, an der Gicht bei 12″, in der Gegend der Form 18 bis 22″ weit. Eine besondere Verengerung wird nicht angewendet, um hinlänglich Raum für das flüssige Eisen im Herde, dem tiefsten Theile des Ofens zu haben, wohl aber wird er zuweilen in seiner Mitte ausgebaucht, um eine Art Rast herzustellen, welche besonders bei Anwendung von Coaks sehr vortheilhaft sein soll. Die Form legt man 10 bis 12″ hoch, bei schwachem Gebläse und leichten Kohlen. Oft liegt eine zweite über der ersten, um mit dem Gebläse höher rücken zu können, wenn schon viel Eisen niedergegangen ist, wie es der Fall wird, wenn größere Gußstücke erzeugt werden sollen. An dem untern Theile g öffnet sich der Ofen auf 12″ Weite und 18″ Höhe, durch welche Oeffnung der Boden des Ofens eingestampft, die Schlacken von der letzten Schmelzung herausgestoßen, und die Reinigung vorgenommen werden kann; sie wird beim Betriebe des Ofens zugemauert, und nur die Oeffnung für den Abstich darin gelassen. Dieser so aufgemauerte Ofen ist mit einem eisernen Mantel von cylindrischer oder polygonaler Form umgeben, so daß der eigentliche Schacht als Futter in demselben steht; der Mantel ist entweder im Ganzen gegossen, oder er besteht aus einzelnen geschmiedeten Platten, deren Falzen durch Schrauben mit einander verbunden sind, oder er ist aus starkem Bleche zusammengenietet. Fig. 42 stellet den in der hiesigen Geschützgießerei zum Umschmelzen irregulärer Munition erbauten Cupoloofen vor.

Zum Betriebe muß der Ofen zuerst angewärmt werden, indem man von unten Feuer gibt, und dann erst, wenn das Feuer sich an der Gicht zeigt, werden Eisengichten aufgegeben, und das Gebläse in Gang gesetzt. Das eigentliche Materiale für diese Oefen sind alte Gußwaaren, Ausschußwaaren, in nicht zu großen Dimensionen, z. B. irreguläre oder sonst unbrauchbare Munition, ferner abgeschlagene Eingüsse, zuweilen werden aus dem Hohofen für entferntere Cupoloöfen eigene Stücke in passender Form und Größe gegossen. Auf eine Stunde rechnet man 6 Gichten zu 1 Ctr. Eisen. Das niedergeschmolzene Eisen läßt man in Kellen laufen, und trägt dieselben zu den verschiedenen (in dem Hüttengebäude vorgerichteten) Formen. Diese Oefen sind nur den Tag hindurch im Betriebe, Abends werden sie niedergeblasen, oder man setzt einige Kohlengichten, darauf einige Kohlen- und Eisengichten, verschließt alle Oeffnungen, und läßt den Ofen bis zum nächsten Tage stehen. Im Allgemeinen rechnet man 50 bis 80 Ct. als tägliches Schmelzquantum bei einem Abbrande von 5 bis 8 Proc.

417. Flammenöfen. Während in Schachtöfen das Metall in unmittelbarer Berührung mit der glühenden Kohle steht, ist dasselbe in Flammenöfen nur der Einwirkung der aus unverkohltem Brennmateriale, Holz und Steinkohle entwickelten, und nun verbrennenden Gase, der Flamme, ausgesetzt; auch wird die zum Verbrennen nöthige Luft hier nicht durch Gebläse, sondern nur durch einen natürlichen Zug geliefert. Es ist daher in diesem Falle, selbst in der höchsten Temperatur nicht möglich, daß das Eisen mehr Kohlenstoff aufnehme, kohlenstoffreicher werde, als es war, sondern es wird sogar, wenn der Sauerstoff der eindringenden atmosphärischen Luft von den combustibeln Gasen nicht vollkommen verzehrt wird, ein Theil des Kohlenstoffes des Eisens verbrennen, und dieses um desto mehr, je länger das Roheisen dieser Einwirkung ausgesetzt bleibt. Würde man in Führung dieses Processes die volle Sicherheit haben, so müßte man aus einem sehr kohlenstoffreichen Eisen jede Nüance mit geringerem Kohlegehalte darstellen können; doch hiezu reichen die bekannten Mittel in der Ausführung nicht aus.

Ein zum Umschmelzen des Roheisens bestimmter Flammenofen besteht:

a. aus dem eigentlichen Schmelzherde aa, Fig. 43 und 44, auf dem das Eisen eingesetzt und niedergeschmolzen wird;

b. aus dem Roste b, der durch die Feuerbrücke c vom Herde getrennt ist, und auf welchem das Brennmateriale, Holz oder Steinkohle,

ausgebreitet wird, mit dem darunter liegenden Aschenfalle, von woher Luft zugeführt wird;

c. aus dem Gewölbe d, von welchem Rost und Schmelzherd überspannt wird, und

d. aus der Feueresse h, die gegenüber dem Roste, durch einen eigenen Kanal f, dem Fuchs, mit dem Schmelzraume in Verbindung steht.

Der Herd des Ofens ist ein längliches Viereck von ungefähr 10′ Länge, mitunter auch von elliptischer Gestalt, das entweder auf einem massiven oder gewölbten Mauerwerke ruht, auch wohl auf eiserne Platten gelegt ist, die von eisernen Stützen getragen werden. Die eigentliche Schmelzsohle muß im höchsten Grade feuerbeständig, und nicht zum Verschlacken geneigt sein; man bildet sie, indem über eine festgeschlagene Schichte von Sand und Schutt ein paar Zolle hoch feuerfester Sand gelegt wird, zuweilen auch durch der Höhe nach aufgestellte Graphitziegel. Man hat dem Herde der Länge nach, von der Rostseite gegen das entgegengesetzte Ende, wo die Abstichöffnung angebracht ist, eine sehr verschiedene Neigung gegeben. Ist diese bedeutend, so sammelt sich das geschmolzene Eisen am Abstich in einem eigenen Tümpel, und an der Feuerbrücke bleibt wenig stehen. Der abschmelzende und gleich einem dünnen Faden nach abwärts fließende Eisentropfen bleibt länger der Einwirkung der Luft ausgesetzt, besonders ist dieses mit dem an der Feuerbrücke in der Nähe des Rostes liegenden Eisen der Fall; die Entkohlung wird daher nicht gleichförmig und leicht zu weit geführt, auch kann das vorne in dem Tümpel gesammelte Eisen, das zu viel Masse, und zu wenig Fläche bei zu großer Entfernung vom Roste darbietet, nicht auf jenen höchsten Temperaturgrad gebracht werden, wie es für Kanonen, Walzen u. dgl. Gegenstände nothwendig ist, wo das Eisen, wie die Erfahrung hinlänglich bestätiget, sehr heiß in die Form laufen muß. Man hat dem Herde daher auch nur eine Neigung von 1 bis 2 Graden gegeben, nämlich so viel, als nöthig ist, um das völlige Abfließen des Eisens zu befördern, was für die Erhaltung einer gleichförmigen Temperatur von Wichtigkeit ist. Auch die Breite des Herdes, die rückwärts ungefähr 4′ beträgt, nimmt gegen vorne zu ab. — Der Rost, auf der einen schmalen Seite des Herdes, liegt tiefer als die Herdsohle; er muß eine solche Lage erhalten, daß die Luft frei und ungehindert unter demselben zutreten könne, daher man den Ofen mit dem Roste nicht ins Innere der Hütte legt, sondern mit dieser Seite gegen das Freie kehrt. Es ist auch nicht gleichgültig, nach welcher Himmelsgegend der Ofen mit der Rostseite gestellt ist, von welcher Seite her der herrschende Wind weht, ob der Ofen

von andern Gebäuden umgeben sei u. s. w. Der Raum unter dem Roste muß hoch genug sein, damit die durch die Roststäbe fallenden glühenden Kohlen und Asche die einströmende Luft nicht zu sehr erwärmen und verdünnen; daher wird auch manchmal ein Wasserbehälter unter dem Roste angebracht, in dem sich diese kleinen Kohlen sogleich ablöschen. Da aber die sich entwickelnden Wasserdämpfe, wenn das Gefäß nicht sehr tief steht, leicht noch einen größern Nachtheil bringen, als die Erwärmung der Luft unter dem Roste, so bleibt es noch am vortheilhaftesten, den Ofen über ein Kellergewölbe zu stellen, und dasselbe unter dem Aschenfalle zu durchbrechen, so daß die glühenden Theile sehr tief fallen, auf die aufströmende Luft wenig Einfluß ausüben, und von dort auch sehr schnell vorgezogen werden können. Der Zug aus einem kühlen Keller ist überdieß der stärkste und gleichmäßigste, und von äußeren Einflüssen am meisten unabhängig. Der Schmelzherd ist vom Roste durch die sogenannte *Brücke*, eine 6″ dicke, 6 bis 8″ über die Herdsohle hervorstehende Mauer getrennt. Diese dient einerseits zur Begrenzung des Brennmateriales auf dem Roste, anderseits damit nicht kalte Luft das Eisen treffe, sondern gezwungen werde, durch das Brennmateriale zu gehen.

Rost und Herd sind mit einem *Gewölbe* aus feuerfesten Ziegeln ganz niedrig überspannt, welches immer mehr Neigung hat, als der Herd, um die nach dieser Richtung mehr abnehmende Hitze in einem engeren Raume zu concentriren. Dieser Ofenraum steht an der dem Roste gegenüberliegenden Seite durch die *Fuchsöffnung*, einem gleich weiten, oder auch nach außen sich erweiternden Kanale, mit der Esse in Verbindung. Die *Esse* muß hoch genug, 40 bis 60′, und mit einer Klappe an der Ausmündung oben versehen sein, die man nach Umständen öffnen oder schließen kann; ihr innerer Querschnitt beträgt 16 bis 20″ im Quadrate. Die Ziegel, welche den innern Raum begrenzen, müssen, besonders im untern Drittel, aus feuerfester Masse, die der Umfassungsmauer jedoch können gewöhnliche sein; auch ist zur gehörigen Festigkeit eine Verankerung des Mauerwerkes nothwendig. Die Oefen lehnen sich entweder an die auf einem hinlänglich festen Fundamente errichteten Essen an, oder man setzt letztere auf eiserne Tragständer, und bringt die Oefen unmittelbar darunter; der Fuchskanal dient in jedem Falle zur Verbindung derselben. Letztere Einrichtung ist für vorkommende Reparaturen die bequemere. In der Mitte der einen langen Seite des Ofens befindet sich die *Ladethüre* (zuweilen auch eine zweite) i i, aus einer gegossenen Platte bestehend, die entweder durch Gegengewichte gehoben wird, oder auch ganz frei hingelehnt ist; jedenfalls müssen die Fugen durch Ver-

schmieren während des Schmelzens möglichst geschlossen gehalten werden. An dem Ende der einen langen Seite des Ofens befindet sich ferner das Schürloch, durch welches das Brennmateriale, Steinkohle oder Holz (auch Torf), auf den Rost geworfen wird. Die Umfassungsmauern sind der nothwendigen Festigkeit wegen verankert; manchmal werden die langen Seitenwände mit großen Eisenplatten bekleidet, die mit einander durch Bolzen verbunden werden. Auch legt man gerne zwei Oefen an eine gemeinschaftliche Seitenwand neben einander, so daß man für besonders große Gußstücke das Eisen aus beiden zusammenlaufen lassen kann, Fig. 44 u. 45.

Von großer Wichtigkeit ist das Verhältniß der Dimensionen der einzelnen Theile, welches auf schnelle Erzeugung einer hohen Temperatur, so wie darauf berechnet sein muß, daß diese auf allen Punkten des Ofens gleich hoch erhalten werde, und daß so wenig als möglich unzersetzte Luft in den Ofen selbst zu dem Eisen gelange. Hieher gehören die Länge und Breite des Herdes, Abnahme der letzteren nach vorne; hintere und vordere Höhe des Gewölbes, Höhe der Brücke, Tiefe des Rostes unter der Brücke, Verhältniß des Rostes zum Herde, dann des Flächenraumes, der durch die Zwischenräume der Roststäbe gebildet ist, zum Querschnitt der Fuchsöffnung (bei Anwendung von Steinkohlen- oder Holzfeuerung), endlich Höhe der Esse.

418. In der hiesigen Geschützgießerei sind zwei derlei Flammenöfen zum Gusse metallener sowohl, als auch eiserner Kanonen, zu welch letzteren, die vom Gußwerke nächst Maria-Zell eingelieferten Flossen umgeschmolzen werden. Diese Oefen liegen neben einander an einer, beiden gemeinschaftlich zukommenden langen Seite. Ihre in Fig. 44, 45 und 46 dargestellte Einrichtung ist im Wesentlichen die gerade beschriebene; nur ist das Schürloch nicht an der freien langen Seite, sondern in dem über dem Gewölbe horizontal geführten Mauerwerke, wo gerade über dem Roste eine mit einem Schuber zu schließende Vertiefung l angebracht ist, wie es schon oben (354.) erwähnt wurde. Das Rühren des geschmolzenen Metalles geschieht durch eine, über der Stichöffnung angebrachte, 1' im Quadrate große Oeffnung n, welche mittelst eines Graphitziegels geschlossen gehalten wird. An der freien Seite eines jeden dieser zwei Oefen sind wohl zwei auf dieselbe Art geschlossene Oeffnungen ii, die jedoch nicht als eigentliche Ladethüren angesehen werden können, obwohl durch die vordern Bohrspäne und Zinn eingetragen werden. Das Laden dieser Oefen mit dem einzuschmelzenden Materiale geschieht von rückwärts, wozu die hintere Wand m oberhalb des Rostes aufgerissen wird. Umzuschmelzende metallene Kanonenröhre werden auf Pfosten und Walzen über Rost und Brücke bewegt, wobei an einem um den Kopf

derselben geschlungenen und durch die vordere Oeffnung durchgesteckten Seile angezogen wird. Durch die erwähnten beiden Seitenfenster wird sodann bei der schon (353.) besprochenen Lagerung der Röhre mittelst Hebbäume und Brechstangen nachgeholfen.

Zum Gießen der eisernen Kanonen wird das umzuschmelzende Eisen in vierseitigen 30″ langen Prismen (Flossen von 4, 8 bis 12 Ct. im Gewichte) eingeliefert; sie sollen eine glatte blasenfreie Oberfläche haben, im Bruche mehr licht- als dunkelgrau und feinkörnig sein, ohne weiße Adern. Die Dichtigkeit dieses Eisens soll nicht unter 7.25 sein. Wenn eine neue Eisengattung zum Schmelzen verwendet werden sollte, so wird auch die Festigkeit durch Zerreißen und Brechen an eigens daraus gegossenen Stangen untersucht, was auch mit dem umgeschmolzenen Eisen geschehen müßte, wenn eine neue Schmelzmanipulation eingeführt würde. — Diese Flossen werden auf eine ähnliche Art (wie oben das Bruchmetall) in den Ofen gelagert, nämlich mit ihrer Länge nach der Länge des Ofens, in Zwischenräumen von 4 bis 5″ neben einander, und rostförmig über einander; größere Massen, und strengflüssige Stücke, z. B. die eisernen Angüsse, die das zweite Umschmelzen erleiden, werden zunächst an die Brücke oder Schwallmauer gelegt, wo die höchste Temperatur erreicht wird. Die Flossen werden ferner auf Porzellanziegel so hoch gelegt, daß sie bei wachsender Höhe der geschmolzenen Masse nie von derselben erreicht werden können; auch wird Bedacht genommen, daß sie nicht, wenn ein Theil derselben abgeschmolzen ist, in die flüssige Masse hineinfallen, weil ein solcher starrer Theil, der einmal in derselben eingetaucht liegt, nur schwer zum Schmelzen kommt.

419. Ist das Metall auf diese Art in dem Ofen gelagert, so wird die hintere ausgebrochene Wand mit alten Porzellanziegeln zugemauert, die übrigen Oeffnungen aber nur mit Graphitplatten verschlossen. Der Vorgang beim Umschmelzen in diesem Ofen ist im Wesentlichen derselbe, wie er oben für das Schmelzen des Kanonenmetalls angegeben wurde, nur wird in dem gegenwärtigen Falle die Sohle zuerst dadurch erwärmt, daß man zwei Stübich Kohlen auf selbe vorne beim Abstiche ausbreitet und anzündet, was dort als überflüssig wegfällt. So wie ferner schon im ersteren Falle das Schüren mit besonderer Sorgfalt beobachtet werden muß, so ist es hier noch um so nothwendiger, um den größtmöglichsten Hitzegrad zu erreichen, was bei zu viel aufgelegtem Brennmateriale eben so wenig erfolgt, als bei zu geringer Menge desselben, in welch letzterem Falle auch überdieß zu viel unverbrauchter Sauerstoff zu dem Eisen kommt. Durch die auf diese Art veranlaßte zu große Decarbonisation und Oxydation entsteht unschmelz-

bares und verschlacktes Eisen, dessen Menge selbst bis 12 Procent steigt und die Unkosten bedeutend erhöhet. Es kommt daher viel darauf an, das Eisen möglichst schnell niederzuschmelzen, indem sich besonders durch langes Glühen vor dem Schmelzen eine solche unschmelzbare Hülle (Schaleneisen) bildet, die das Flüssigwerden des darunter liegenden Eisens nur verzögert; besonders geneigt, solche Rückstände zu geben, sind geröstete Eisenstücke, daher dieselben möglichst zu vermeiden sind. Da das Eisen in dem Flammenofen zugleich in seiner Natur geändert wird, so kann auch nicht leicht ein darin umgeschmolzenes Eisen einem wiederholten Umschmelzen unterworfen werden; in jedem Falle müßte die Menge desselben (z. B. von Masseloten) zu neuem, unmittelbar aus dem Hohofen geliefertem, nur klein sein, und das Verhältniß von 1 : 4 nicht übersteigen; auch müßte die geschmolzene Masse, um die gehörige Gleichförmigkeit zu haben, um so mehr vor dem Abstiche gut durch einander gerührt werden, als diese Vorsicht in manchen Gießereien selbst bei einerlei Eisen beobachtet wird.

Besondere Aufmerksamkeit ist nothwendig, wenn in zwei neben einander stehenden Oefen Eisen für ein größeres Gußstück eingeschmolzen wird, um einen gleichartigen Gang in beiden zu haben, weil sonst das in dem einen Ofen früher geschmolzene zu lange der decarbonisirenden Wirkung ausgesetzt bleiben müßte. In diesem Falle muß auch das Eisen aus beiden Oefen zugleich abgestochen werden, und in eine Vertiefung zusammenlaufen, damit es sich gehörig mit einander menge, ehe es in die Form gelangt.

420. **Förmerei.** Als Materiale zur Herstellung der Formen, d. i. zur Umschließung oder Begrenzung der hohlen Räume, in welche das flüssige Eisen geleitet wird, hat man Sand, Thon und ein Gemenge beider als das bewährteste gefunden. Danach unterscheidet man:

a. Sandförmerei (magere). b. Massenförmerei (fette Sandförmerei), wobei ein Gemenge von Sand und Thon angewendet wird. c. Lehmförmerei. Wendet man Sand als Formmateriale an, so darf die Form nicht getrocknet werden, da sie ohne Wasser zu wenig Bindung hat, und daher durch Trocknen zusammenfallen würde; da aber das Eisen in feuchten Formen oberflächlich abgeschreckt und dadurch weiß wird, so darf man Sandformen nur bei solchen Gußwaaren anwenden, die nicht weiter durch Bohren, Abdrehen u. s. w. bearbeitet werden sollen. Diese Formmethode ist übrigens am allerschnellsten auszuführen und daher die vortheilhafteste für kleinere Gußartikel, die in großer Menge angefertigt werden, z. B. für den Munitionsguß. Für Gußwaaren hingegen, wo die Form im bloßen Sande nicht Bindung

genug hätte, oder ein Auswaschen der Form zu befürchten wäre, so wie für Gußstücke, von denen große Haltbarkeit gefordert wird, nebstbei auch aus der angeführten Ursache eine weiche Oberfläche haben sollen, dabei aber auch nicht von denjenigen Dimensionen sind, daß man sie dem Adouciren unterwerfen könnte, müssen getrocknete Formen angewendet werden, und diese müssen, um das Trocknen zu ertragen, fetter, d. i. thonhaltiger sein, und dieses um desto mehr, je mehr die obigen Bedingungen gesteigert werden. Denn je mehr der Thon vorwaltet, desto größer ist die Bindungskraft, desto langsamer die Abkühlung, desto weichere Flächen bekommt das Gußstück und desto größere Haltbarkeit erlangt es; desto mehr aber reißt die Form beim Trocknen auch auf, und verliert ihre Dimensionen, d. i. sie schwindet.

Die wichtigste Anforderung an das Formmateriale ist, daß es beim Gusse keine Gase entwickle, oder daß wenigstens zu ihrem Entweichen ein anderer Weg dargeboten sei, als der durch die flüssige Metallmasse selbst, wodurch poröse, blasige Güsse entstehen. Diese gasförmigen Stoffe sind: Wasserdämpfe der nicht oder zu wenig getrockneten Formen, dann Gase in Folge der Zersetzung des Wassers in Berührung mit dem glühenden Eisen, ferner Kohlensäure in Folge eines mergelartigen Materiales, und endlich Gase in Folge der Zersetzung organischer Substanzen, die im Formmateriale enthalten sein konnten. Bei den Sandformen gibt schon die Lockerheit der Masse die Gelegenheit, daß die in diesem Falle vorhandenen Wasserdämpfe und die durch Zersetzung des Wassers entstandenen Gase durch sie hindurch entweichen können, worauf auch, nach dem Vorigen, nur allein die Möglichkeit ihrer Anwendung beruht. Aus dieser Ursache setzt man dem Sande Holzkohlenstaub, auch fein gepulverte Coaks (aus Sand-, nicht Back- oder Sinterkohlen) zu, um den hinlänglichen Grad von Porosität zu erzielen. Die durch Beimengung von Thon immer dichter werdende Masse, welche den gasförmigen Stoffen keinen Ausweg durch sich erlaubt, und obendrein im Verhältnisse der wachsenden Thonmenge die Feuchtigkeit viel stärker zurückbehält, muß daher entweder scharf getrocknet, oder selbst ausgeglüht werden, was in größeren Gießereien in eigenen Trocken- oder Dörrkammern geschieht. Da sich nebst den von der Feuchtigkeit herrührenden gasförmigen Stoffen auch, wie erwähnt wurde, in Folge eines mergelartigen Thones (der kohlensauren Kalk enthält) kohlensaures Gas in nicht unbeträchtlicher Menge entbinden kann, so hat man sich, besonders bei Formen für Gußstücke von großen Dimensionen, die nicht scharf durchgebrannt werden können, vor dieser Verunreinigung des Materiales zu hüten, die

übrigens leicht an dem Aufbrausen zu erkennen ist, wenn der Thon mit einer Säure übergossen wird. Ueberreste organischer Substanzen, welche sich vorzüglich in dem Thone finden, und durch ihre Zersetzung in der Temperatur des flüssigen Metalles zur Entwicklung von Gasen Gelegenheit geben, sucht man durch ein längeres Liegen desselben an der Atmosphäre unter großer und häufig veränderter Oberfläche zu zerstören, wobei man den Bedacht nimmt, denselben an trockenen Tagen öfter zu befeuchten, wodurch dessen Bildsamkeit vermehrt wird. — Eine fernere sehr wichtige Anforderung an das Formmateriale (deren schon gedacht wurde) ist, daß es bei der Temperatur des flüssigen Metalles nicht selbst schmelzbar sei, was bei sehr eisenschüssigem oder kalkhaltigem Materiale zu befürchten wäre.

421. Ehe ein Formmateriale zum Gebrauche verwendet wird, muß es gehörig zubereitet werden. Der Sand, welcher weder zu staubartig, noch zu grobkörnig sein darf, wird ausgeglüht, und durch verschiedene Siebe nach der Feinheit sortirt, dann angefeuchtet, und je nachdem es seine Natur verlangt, mit etwas fettem, ebenfalls gebranntem und gesiebtem Sande sorgfältig durchgearbeitet, daß derselbe sich schon bei geringerem Grade von Feuchtigkeit zum Ballen bringen läßt. — Der Lehm wird, nachdem er mittelst eines Siebes von Steinen und Pflanzenfasern befreit ist, mit Wasser angefeuchtet, und mit dem sogenannten Lehmwasser durchgeschlagen, bis er ganz fein und steif geworden ist. Um ihn aufzulockern, und um das Aufreißen und Bersten der Lehmformen möglichst zu vermeiden, wird derselbe mit Spreu, Haaren, kurz geschnittenem Stroh oder Pferdemist durch Treten mit den Füßen durchgearbeitet, auf welche Weise er auch zugleich eine größere bindende Kraft erhält. Der Lehm muß hiebei eine teigartige Consistenz erhalten.

Bei der Massenförmerei ist das Mischungsverhältniß der Bestandtheile, deren Wahl sich sowohl nach der Oertlichkeit richtet, als auch ökonomischer Berücksichtigung unterworfen ist, verschieden. Es hängt theils von der Qualität der Bestandtheile selbst ab, theils wird es von den Forderungen, die an das Gußstück gestellt werden, bestimmt. In der hiesigen Geschützgießerei, wo diese Formmethode schon seit längerer Zeit für das Gießen der Metall- und eisernen Geschütze in Anwendung steht, wurde gleich bei Einführung derselben die Formmasse, aus Kapselsand (gestoßene Scherben der bei der Porzellanfabrication abfallenden Kapseln) und sogenannten Tachetmolken, gereinigter Thonerde, bereitet. Obwohl dieselbe dem Zwecke vollkommen entsprochen hatte, so wurde sie doch des hohen Preises wegen durch ein Gemenge von 4 Thln. Lehm, 2 Thln. Kapselsand und

1½ Thln. blauem Thon, Tegel, ersetzt. Lehm und Tegel werden gestoßen und durchgesiebt, die drei Bestandtheile nach dem durch die Erfahrung als zweckmäßig erkannten Mischungsverhältnisse auf der Lehmbank ausgearbeitet, mit den Händen gut durch einander gemischt, und endlich, um die Mischung noch vollkommener zu erhalten, durchgesiebt; das Befeuchten darf nur in dem Grade geschehen, daß sich die Masse in der Hand etwas ballen läßt. Auf den rechten Feuchtigkeitsgrad kommt überhaupt viel an, da eine feuchte Masse das Ankleben an dem Modelle, hingegen eine trockene das Ausbrechen von Formrändern zur Folge hat.

422. Die Darstellung der Formen aus dem Formmateriale wird im Allgemeinen nach **Modellen** vorgenommen, welche entweder von Holz oder Metall (Bronce, Zink u. s. w.) angefertigt sind, oder von dem Förmer selbst erst aus dem Formmateriale gebildet werden. Hölzerne Modelle, als nicht dauerhaft und keine sehr große Genauigkeit gestattend, werden nur angewendet, wenn das Gußstück ein- oder doch nur wenigemal gegossen werden soll, um die größeren Kosten eines metallenen Modelles zu ersparen. Zu allen Gegenständen, welche als stehende Artikel oft gegossen werden müssen, deren Gestalt daher unverändert beibehalten werden soll, sind metallene Modelle im Gebrauche, z. B. für Geschütze in Geschützgießereien, für die Eisenmunition u. s. w. — Der schon fertigen, zum wiederholten Gebrauche dienenden Modelle bedient man sich in der Sand- und Massenförmerei; bei der Lehmförmerei hingegen müssen die Modelle zuerst aus dem Formmateriale selbst angefertiget werden, und dienen, da sie ohne Zerstörung aus der darüber erzeugten Form nicht herausgenommen werden können, nur für einen einmaligen Guß.

Bei allen Gußwaaren, welche mit großer Genauigkeit nach einem bestimmten Maße angefertigt werden sollen, müssen die Modelle in allen Dimensionen um so viel größer erzeugt werden, als das Schwindmaß des Eisens beträgt; z. B. bei der Eisenmunition, bei Maschinentheilen und überhaupt Gußstücken, die als Theile eines Ganzen zusammengesetzt werden. Dieses Schwindmaß, um welches sich das flüssige Eisen beim Erkalten zusammenzieht, ist nicht bei jeder Eisengattung gleich, und muß daher in den besondern Fällen durch Versuche ausgemittelt werden; die Größe des Schwindens hängt übrigens bei derselben Eisensorte auch von der Temperatur ab, bei der dasselbe gegossen wird, was bei strenger Forderung der Dimensionen, wie beim Munitionsgusse, nicht unberücksichtigt bleiben darf. Man muß daher die Größe des Schwindmaßes nach der mittleren Temperatur des flüssigen Eisens nehmen, und dasselbe, wenn es zu heiß ist, in den Kellen etwas

auskühlen lassen, wenn die Kugeln nicht zu klein ausfallen sollen. Bei Gußstücken, welche abzudrehen sind, darf auch die in dieser Beziehung nothwendige Vergrößerung der Dimensionen für das Modell nicht außer Acht gelassen werden.

Wenn ein Modell vorstehende Theile hat, welche das Herausnehmen desselben aus der fertigen Form hindern würden, so muß dasselbe in mehre Theile zerschnitten sein, deren sich jeder, ohne die Form zu beschädigen, leicht ausziehen läßt. — Für Gußstücke, welche eine Höhlung erhalten sollen, muß die Form an der entsprechenden Stelle massiv ausgefüllt sein, was durch Einsetzen eines Kernes erreicht wird, welcher aus Lehm oder thonreichem Sande erzeugt und mit Sorgfalt getrocknet und gebrannt wird; nebstbei muß auf die Ableitung der aus der Formmasse und besonders aus dem Kerne sich entwickelnden Luft Bedacht genommen werden, wie es die späteren Beispiele deutlich machen.

423. Die Erzeugung derjenigen Formen, zu welchen fertige Modelle aus Holz oder Metall vorhanden sind, wird in eigenen Kasten, Formkasten, vorgenommen, um das Formmateriale in denselben zusammenzuhalten; daher diese Methode auch Kastenformerei genannt wird. Nur Gegenstände, welche so einfach sind, daß sie sich schon durch bloßes Eindrücken des Modells in das Formmateriale leicht herstellen lassen, die Modelle auch leicht ausgehoben werden können, ohne etwas von der Form mitzunehmen, können gleich auf dem Herde, d. i. auf der Söhle des Hüttengebäudes, welche zu diesem Zwecke mit Formsand bis auf eine gewisse Höhe bedeckt ist, geformt werden, Herdformerei. Die Sandformerei kann auf beide Arten, auf dem Herde und in Kasten, die Massenformerei jedoch nur auf letztere Art allein vorgenommen werden; verschieden von diesen beiden endlich ist der Vorgang, der bei der Lehmformerei beobachtet wird.

424. Sandformerei. Auf dem Herde. Um auf dem Herde zu formen, wird der die Hüttensohle bedeckende Formsand, welcher mit Kohlenstaub gut gemengt und gehörig befeuchtet ist, aufgelockert, mit dem Richtscheit geebnet, so daß die darauf gesetzte Schrotwage nach allen Richtungen eine horizontale Oberfläche anzeigt, und diese sodann mit feinem Formsand übersiebt. Auf diese Sandfläche wird das Modell aufgelegt, und durch leichtes Klopfen mit einem Hammer so angeschlagen, daß man dessen untere Fläche abgedrückt vermuthen kann, wobei man zugleich auf eine horizontale Lage der Oberfläche des Modelles zu sehen hat. Hierauf stampft man gegen die Kanten des Modelles so viel Formsand, daß

derselbe eben so hoch als dieses zu stehen kommt. Mit der Form setzt man den Einguß, d. i. eine kleine flache, etwas höher liegende Grube, in die das Eisen gegossen wird, durch eine Rinne in Verbindung; größere Gußstücke erhalten deren auch mehre. Da ein zu feuchter Sand leicht ein Aufkochen des Eisens und Blasen in der Eisenmasse veranlaßt, und dieses um desto mehr, je fester der Boden ist, so sticht man in den aus dieser Ursache aufgelockerten Boden mehre Löcher neben der Form in schräger Richtung unter dieselbe, um das Entweichen des Wasserdampfes zu begünstigen. Nachdem noch einzelne vorspringende Theile durch hölzerne Nägel an dem Boden befestiget sind, um sie nicht hinwegzureißen, und die Form längs den Kanten des Modelles mit einem nassen Pinsel bestrichen worden ist, damit der Sand um desto sicherer stehe, so klopft man behutsam an alle Theile des Modelles, um es von der Form abzulösen, und hebt dasselbe mittelst Handhaben unter schwach zitternder Bewegung aus der Form heraus, welche sodann mittelst kleiner Kellen ausgebessert wird. Hierauf wird die Form, um das Anbacken des Sandes an das Eisen zu verhindern, mit feinem Kohlenpulver mittelst des Staubbeutels überstäubt, und dasselbe sodann mittelst kleiner Kellen oder an tieferen Stellen mittelst des Modelles selbst angedrückt. Ist sodann die Form mit Eisen gefüllt und dasselbe an der Oberfläche starr geworden, so bedeckt man es mit warmen Sande, um die Abkühlung zu verzögern. Auf diese Art werden z. B. Gitter, Räder, Roststäbe, Platten aller Art und vorzüglich Gegenstände, die bei geringer Dicke lang und breit sind, geformt. Man nennt sie insbesondere die offene Herdförmerei. Die obere Fläche der Gußstücke wird hiebei nicht eben, sondern concav eingesunken. Will man dieses vermeiden, so bedeckt man die Form mit Eisenplatten, die an der untern (mit Zacken versehenen) Fläche mit einem Lehmüberzuge bekleidet, dann ausgeglüht und geschwärzt sind, und woran auch Erhabenheiten eingeformt sein können. Man nennt diese Formmethode die verdeckte Herdförmerei. In diesem Falle legt man den Einguß lieber etwas höher, damit das Eisen gewiß bis an die obere Platte steige. Kommen bei der Herdförmerei kleine Oeffnungen, Einschnitte u. s. w., wie z. B. Zähne an Rädern für Maschinen vor, so ist es besser, die dazu gehörigen Theile im Lehme zu formen, scharf zu trocknen, und in die Form einzusetzen, da sie im Sande gebildet, leicht weggespült werden dürften.

425. In Formkasten. Die Formkasten, welche beim Formen das Modell von allen Seiten in einem gleichen Abstande umgeben, haben die Bestimmung, das in dem Zwischenraume zwischen Kasten und Modell

eingestampfte Formmateriale zusammenzuhalten, und erscheinen sodann gleichsam als ein die Form umgebender Mantel. Die Formkasten sind von Eisen, oder wenn die Form nicht getrocknet und gebrannt wird, wie es bei der Sandformerei der Fall ist, von Holz. Die Anzahl der für die Form eines Gußstückes nothwendigen Kasten richtet sich in der Hauptsache nach der Eintheilung des Modelles, so daß 2, 3 und mehr Kasten zu einer Form gehören. Ihre Größe in Bezug von Länge und Breite richtet sich nach der Größe des Gußstückes; verhältnißmäßig zu große Kasten haben den Nachtheil von unnöthiger Arbeit und erschweren das Austrocknen, wo es geschehen muß, während bei zu kleinen Kasten, wegen zu geringer Stärke der Formwand, eine in vielen Fällen ungünstig wirkende, zu schnelle Abkühlung des Eisens eintritt. Ihre Höhe anbelangend, so ist nur die eines mittleren Kastens (bei Anwendung von drei oder mehren) ganz genau durch die Höhe des dazu gehörigen Modelltheiles bestimmt; die Höhe des ersten und letzten Kastens hingegen ist gleichgültig, indem nur, wie eben gesagt wurde, die nothwendige Stärke der Form gefordert wird. Ihrer Gestalt nach sind diese Kasten prismatisch, cilindrisch, auch kegelförmig, der Länge nach getheilt oder nicht, mit oder ohne Ausbauchung u. dgl., je nachdem die Gestalt des Modelltheiles es verlangt. Durch Ringe und Stifte müssen sowohl die einzelnen nach der Länge getheilten Kasten zusammengehalten, als auch einer mit dem andern fest und unwandelbar zusammengepaßt und befestiget werden können. — Zur Kastenformerei wird ein etwas mehr klebender, also mehr thonhaltiger Sand, welcher hiezu auch nicht mit Kohlenpulver gemengt wird, genommen. Der Vorgang bei dieser Formmethode wird aus folgenden Beispielen ersichtlich.

426. Formen von Kugeln, Granaten u. s. w. Die Modelle zum Formen der Kugeln sind von Messing, Bronce, in manchen Gießereien auch von Gußeisen; sie bestehen aus zwei hohlgegossenen, genau abgedrehten Halbkugeln, A und B Fig. 47, welche dosenartig an einander schließen. In manchen Gießereien werden sie, nach der Form des Schlußrandes, die männliche und weibliche Halbkugel genannt. In jeder derselben ist eine Querstange m nach der Richtung des Durchmessers als Angriff angebracht. Die Metallstärke beträgt selbst bei dem Modelle für die 24pfdg. Kugel nur 3‴ 4⁗. Um genau kugelförmige Körper zu erhalten, muß der verticale Durchmesser des Modelles (nach der Stellung der Form beim Gusse) etwas kleiner sein, als der darauf senkrechte, in die Ebene des Schlußrandes fallende; auch müssen diese Abmessungen für jeden Caliber, damit die Kugeln calibermäßig ausfallen, mit Berücksichtigung des Schwindmaßes des Guß-

eisens, so wie auch nach der Beschaffenheit des Formsandes bestimmt werden. Das gewöhnliche Schwindmaß von $\frac{1}{96}$ für die lineäre Zusammenziehung des Gußeisens scheint für die verschiedenen Arten desselben, wenn die Temperatur des zu gießenden Eisens berücksichtiget wird, gelten zu können; in Bezug des Einflusses des Formsandes auf die Durchmesser der Modelle können nur Versuche entscheiden. — Die dazu gehörigen Formkasten sind aus Gußeisen und aus zwei Theilen C und C′ Fig. 46 und 47 zusammengesetzt, welche mittelst Haken und Ringe an einander gepaßt und durch Schließen während des Formens und Gießens in unveränderter Lage befestiget erhalten werden; nebstbei ist jeder derselben mit Handhaben versehen. Die Abmessungen derselben sind so bestimmt, daß selbst bei den kleinsten Calibern noch eine Sandstärke von 14 bis 18‴ an der Seitenwand vorhanden ist, und die über den höchsten Rand der Kugel reichende nicht viel mehr beträgt.

Das Modell für den Einguß, Gußkegel d, welches auf den höchsten Punkt der einen Halbkugel aufgesteckt werden kann, ist von kegelförmiger Form, endet aber auch an dem stärkeren Theile in eine Spitze; diese dienet, um sie nach dem Herausziehen des Modelles aus der Form in das Gußloch von innen hineinzudrücken und hiedurch demselben eine solche Form zu geben, daß beim Abschlagen des Gußzapfens der Bruch nicht inner die Oberfläche der Kugel greife, sondern bei x erfolge (Fig. 46).

Das Formen selbst geschieht auf der Formbank, die längs der Mauer des Hüttengebäudes angebracht ist. Der Förmer legt die eine Halbkugel (die weibliche) mit ihrer Höhlung auf ein Brett, Bodenbrett D, stellet die zugehörige Formkastenhälfte so darüber, daß die entgegengesetzten Abstände des Modells von derselben einander gleich sind; das Modell wird sodann mit Kohlenpulver überstäubt, Sand in den Raum zwischen Modell und Kasten geschüttet, unmittelbar um das Modell feinerer, entfernter gröberer; der Sand wird gleichförmig festgedämmt, ohne dabei auf das Modell zu stoßen. Mit dem Eintragen und Festdämmen wird fortgefahren, bis selbst der auf dem Kasten aufgehäufte Sand mit einer Pritsche festgeschlagen ist, wonach der Ueberschuß desselben abgestrichen wird. Hierauf wird ein zweites Brett darüber gelegt, und während beide Bretter, dieses und das Bodenbrett, fest an einander gehalten werden, wird der Formkasten umgekehrt, so daß die Höhlung des Modelles nach aufwärts stehet. Hierauf wird die zweite (männliche) Halbkugel des Modelles auf die erste aufgesetzt, der zugehörige Formkasten darübergestellt und befestiget, der Gußkegel an dem höchsten Punkte angebracht und nun, nachdem das Modell und die

früher geglättete Fläche des Sandes mit Kohlenstaub bestreuet ist, das Einformen der zweiten Hälfte, wie früher, vorgenommen. Nachdem sodann die beiden Formkastentheile von einander abgehoben sind, werden die beiden Halbkugeln, mit Hilfe einer Chablone (ein halbcilindrischer Ring vom Durchmesser des Modells) nop Fig. 48 herausgenommen; man drücket zu diesem Zwecke die Chablone auf dem Sande an das Modell und drehet dasselbe, mit der anderen Hand an der Querstange, gegen die Chablone zu in die Höhe. Die sodann wieder horizontal zusammengesetzten Formkasten werden mit zugedecktem Eingußloche zum Gießen in Bereitschaft gestellt.

Das Entweichen der Luft aus der Form beim Eingießen des Eisens erfolgt entweder durch die Zwischenräume der Sandmasse, nämlich auf demselben Wege, auf welchem die Wasserdämpfe und die aus dem zersetzten Wasser (bei der Berührung mit dem glühenden Eisen) entstehenden Gase entweichen, oder man bringt eigene Abzüge, Windpfeifen r, auf dem oberen Theile der Kugel an, in welchem Falle sodann der Gußkegel s seitwärts derselben einmündet, wodurch der gegossene Körper die in Fig. 49 vorgestellte Form zeigt.

Auf die vorbesagte Art werden in dem Gußwerke nächst Maria-Zell die Formen für die 12, 18 und 24 pfdgn. Kugeln erzeugt; von den kleineren wurden 8 und selbst 5 Stücke in einem Kasten von länglich rechteckigem Querschnitte geformt. An manchen Orten werden 4 Stücke in einem Kasten erzeugt, so daß die sodann gegossenen Kugeln nach der Art zusammenhangen, wie es in Fig. 50 vorgestellt ist, bei welcher der über a entstandene Gußzapfen, so wie die Windpfeifen nicht mehr angezeigt sind.

Diese Art des Formens ist nur mit ganz geringen Abänderungen fast in allen Gießereien eingeführt; wesentlich davon verschieden ist die in dem Gußwerke bei Horzowitz in Böhmen eingeführte Formmethode. Das Eigenthümliche derselben ist: das (gußeiserne) Modell ist nicht in zwei Hälften getheilt, sondern eine ganze Kugel und mit einer Spindel, wie Fig. 51 A zeigt, versehen; hiezu ist an dem einen Formkasten (Gußtruhe daselbst genannt) eine Vorrichtung B angebracht, an der zwei halbkreisförmige Einschnitte vorhanden sind, um die Spindel mit den beiden cilindrisch abgedrehten Theilen r und s einlegen zu können; mit Hilfe einer Schraubenzwinge, mit der die Spindel an der genannten Vorrichtung bei t befestiget wird, ist das Modell in der Mitte der Formkasten in unveränderter Lage erhalten. Das Bodenbrett endlich ist mit einem kreisförmigen Ausschnitte vom Halbmesser des Modelles versehen, um dasselbe zur Hälfte einsenken zu können. — Zum Formen der ersten Halbkugel wird das Bodenbrett auf zwei Unterlagen gelegt, das Modell zur Hälfte eingesenkt, der Formkasten mit jener Vorrichtung darüber gestellt, und die in die Einschnitte

eingeschobene Spindel mit der Schraubenzwinge befestiget; hierauf wird das Einformen der aus dem Bodenbrette hervorragenden Hälfte, wozu sie mit Oehl bestrichen wird, so wie im Vorigen vorgenommen, nach dem Umkehren wird das Modell für den Gußzapfen und dann für die Windpfeife, wie es Fig. 49 zeigt, aufgesetzt und das Einformen vollendet. Hierauf wird das Modell, nachdem die Schraube nachgelassen worden ist, mittelst einer bei u angesteckten Kurbel 5 bis 6mal umgedrehet und hiedurch die Form geglättet. Zuletzt wird, wenn bei aus einander genommenem Gußkasten, das Modell herausgehoben ist, die Oeffnung, welche durch die Spindel in der Form geblieben ist, ausgedämmt, wozu von innen ein Kugelsegment entgegengehalten wird.

427. Zur Anfertigung der Formen für Schrote hat man eine größere Anzahl massiver Kugeln und ein cilindrisches Eingußmodell, von welchem mehre kurze Arme, deren Zahl sich nach der Größe des Calibers richtet, als Zweige des Eingusses nach den beiden entgegengesetzten Seiten ausmünden. Zum Formen selbst wird das Eingußmodell mit seinen Armen so wie die Kugeln selbst bis zum größten Durchschnitte in die correspondirenden Aushöhlungen des Modellbrettes eingesenkt, der halbe Formkasten darüber gestellt und wie im Vorigen verfahren. Nach dem auf die vorerwähnte Weise bewerkstelligten Umkehren wird das nach oben gekommene Modellbrett weggenommen und das weitere Formen über die zur Hälfte hervorragenden Kugel- und Eingußmodelle fortgesetzt und vollendet. Die nach dem Gusse aus der Form genommenen Kugeln hangen auf die in Fig. 52 vorgestellte Art zusammen. — An manchen Orten hangen die Kugelmodelle unmittelbar an einem Gußzapfen in einer Reihe an einander; mehre Reihen werden in das Modellbrett eingesenkt und das Eingußloch und die Communicationen der einzelnen Reihen durch eingelegte Holzleisten gebildet.

428. Die Erzeugung der Formen für hohle Munition zerfällt in die Darstellung der Form nach deren äußeren Gestalt, und in die des Kernes, der in erstere eingesetzt, die Figur und Größe des hohlbleibenden Raumes bedinget.

Die Kerne werden entweder aus Lehm oder einem thonreichen Sande erzeugt, was in jedem Falle über eine eigene Kernspindel oder Kernstange, mit welcher der Kern in der hohlen Form befestiget wird, geschieht. Die Lehmkerne werden gewöhnlich auf folgende Art angefertiget. Die Kernspindel, ein hohler Cilinder AB, Fig. 53, dessen Höhlung durch Oeffnungen mit dem Innern des darüber angefertigten Kernes communicirt, und welche näher gegen das eine Ende mit einer Verstärkung m versehen ist, wird, nachdem sie durch das Anstecken des Theiles C an der einen Seite verlängert und eine Kurbel in das andere Ende eingesteckt worden ist,

in eine Drehbank eingespannt, und während des Umdrehens mit einem Strick von Heu u. dgl. nach der Form einer Kugel umwickelt, sodann mit grobem, später mit feinem Lehm überzogen (Aufschlaggeben des Lehms) und mittelst der angehaltenen Chablone MN rund und rein ausgearbeitet. Jede einzelne Lage muß getrocknet werden. Nachdem sodann der Theil C herausgezogen und die hier offene Stelle ausgefüllt ist, wird der fertige Kern ausgebrannt, geschlichtet, in Bezug seiner Größe, Figur und richtigen Stellung gegen die Kernspindel mittelst Chablonen geprüft und dann zum Einsetzen in die Form zur Seite gestellt.

Die Erzeugung der Kerne aus Sand geschieht in eigenen Formkasten. Die Kernspindel hat in diesem Falle an manchen Orten folgende Einrichtung. Der mit der oben erwähnten Verstärkung m versehene Cilinder AB Fig. 58, ist massiv und hat an der Stelle, wo der Kern hinfällt, zum Durchstecken hölzerner Nägel drei Löcher, um demselben mehr Haltbarkeit zu geben; nebst dem sind nach der ganzen Länge dieses Cilinders einander gegenüber zwei Rinnen angebracht, welche durch jene Verstärkung als Löcher durchgehen; in diese Rinnen paßt der gabelförmige Draht C, um nach dessen Herausziehen aus dem beinahe fertigen Kerne einen Ausweg zum Entweichen der Gase aus dem Innern des Kernes zu bilden. Der in diesem Falle nothwendige Kernkasten, die Kernform, Fig. 54, bestehet aus zwei metallenen, nach der Größe und Gestalt des Kernes genau ausgedrehten Schalen AA, welche vertical zusammengestellt und mittelst eines Ringes und einer Stellschraube r fest an einander gedrückt werden; mittelst eines Ansatzes oo passet der Kernkasten in ein eigenes aus Eisen gegossenes Gestell F. Zwischen die beiden Schalen des Kernkastens wird jene Kernspindel so eingesetzt, daß ihre Achse mit der des Kernkastens zusammenfällt; nur der längere Cilinder ist in diesem Raume freistehend, die Verstärkung und der kürzere Cilinder sind von dem Ansatze der Schalen genau umschlossen, wodurch die feste und richtige Lage der Spindel bedinget wird. In dem leeren Raum wird der Kern, wie eine massive Kugel, aus thonreichem Sande, gebildet, welchen man beisin die Form bringt und feststopft; hierauf wird der Draht herausgezogen, eine angemessene Quantität Sand aufgegeben, der Deckel D mittelst einiger Hammerstreiche aufgesetzt und so das Segment gebildet. Der fertige Kern, wie er in Fig. 55 vorgestellt ist, wird vorsichtig herausgenommen, nach Ausbesserung der durch die Fugen der Form entstandenen Reife geschlichtet, dann Anfangs gelinde, und endlich scharf getrocknet.

429. Die die äußere Gestalt bedingende Form für die Granate wird auf dieselbe Art angefertiget, wie für eine massive Kugel. Die eine Hälfte

des Modells ist auf dem höchsten Punkte der Krümmung mit einem Ansatze versehen, welcher genau die Abmessungen des kürzeren und des verstärkten Theiles der Kernspindel hat; einer der beiden Formkasten (welche in diesem Falle gewöhnlich pyramidalisch und immer nur für ein Projectil eingerichtet sind) ist an der obern Fläche mit einer Querschiene pq versehen, in deren Mitte die Hülse s angebracht ist. Die Construction ist von der Art, daß wenn dieser Ansatz der Halbkugel durch die Hülse der darüber gestellten Formkastenhälfte durchgesteckt und in r befestiget ist, sowohl letztere, als auch die Modellhälfte auf dem Bodenbrette aufliegen und die zum Formen nöthige Lage haben, wie es Fig. 51 zeigt. An dieser Hälfte wird noch das Modell v für den Einguß an der Seite, und das zur Bildung einer Windpfeife u nahe am höchsten Punkte angebracht. Für das Formen der zweiten Hälfte gilt das bei den Vollkugeln Gesagte. Die beiden Theile des Formkastens werden sodann aus einander genommen, mit ihren Zusammenstoßungsflächen nach aufwärts auf die Formbank gelegt, nachdem Einguß- und Windpfeifenmodell herausgezogen worden sind; hierauf werden die beiden Modellhälften herausgenommen, die eine mit Hilfe der Chablone, wie oben, die andere nach losgeschlagener Schließe, indem der kürzere Spindeltheil in der Hülse zur Führung dienet. Von dem untern Ende des gebildeten Gußloches wird noch ein Kanal t bis zur Kugelhöhlung ausgeschnitten, und die nothwendigen Ausbesserungen der Form vorgenommen.

Das Einsetzen des Kernes geschieht auf folgende Art. Die Formkastenhälfte, welche mit der erwähnten Querschiene versehen ist, wird mit dieser abwärts auf ein mit einem Ausschnitte versehenes Bodenbrett gestellt, letzteres auch durch unterlegte Holzstücke hinlänglich erhöhet. Hierauf wird der Kern mit der Spindel durch die eingeformte, ganz correspondirende Höhlung von oben eingesenkt, bis dieselbe durch die Hülse der Querschiene durchgreift, wie es aus Fig. 57 zu ersehen ist. Die richtige Stellung des Kernes (in Bezug des von allen Seiten gleichen Abstandes desselben von der Form), wovon die zu erhaltende Eisenstärke abhängt, wird mittelst einer Lehre geprüft, der Kern in seiner Lage befestiget, endlich die zweite Formkastenhälfte aufgesetzt und gleichfalls befestiget.

In dem Gußwerke bei Horzowitz sind die Kernspindeln so wie die Spindeln der Kugelmodelle gestaltet und werden auch auf gleiche Weise, wie diese, befestiget.

430. An den Modellen zum Einformen der Bomben geht die Theilungsebene durch das Brandloch und die beiden Oehre, und die dazu gehörigen Kasten oder darüber erzeugten Formen werden zum Guſſe vertical zusammengestellt.

Zum Formen wird die eine Hälfte des Modells mit dem zugehörigen Kasten auf das Bodenbrett so aufgestellt, zugleich auch der halbe Gußkegel und das halbe Modell des Kerncilinders daraufgelegt. (Sind diese beiden Modelle nicht getheilt, so hat das Bodenbrett die entsprechenden Aushöhlungen.) Ist diese Hälfte fertig, so wird sie umgedreht und nun werden die Bombenöhre in die Einschnitte des Modelles und in den Sand zur Hälfte eingedrückt; hierauf wird die zweite Hälfte des Modelles, die zweite Hälfte des Gußkegels u. s. w. aufgesetzt und das weitere Einformen fortgesetzt. Ist dasselbe vollendet, so werden die beiden Hälften aus einander genommen, die Bombenöhre zur Seite gelegt, und die Modelle ausgehoben; hierauf werden von Lehm erzeugte Warzen an die Abdrücke der Bombenöhre (in jeder Hälfte) so eingesetzt, daß unter den Oehren eine kleine Aushöhlung zum bequemen Angriff mit den Bombenhaken gebildet werde. Die Bombenöhre selbst werden wieder eingelegt und genau in ihrer Lage gerichtet. Die Gestalt beider Hälften wird sodann untersucht, dem Mangelhaften abgeholfen, und hiemit ist die Form zum Kerneinsetzen fertig, was auf ähnliche Art, wie vor, geschieht.

431. Massenförmerei. Die Förmerei in Masse weicht von der in magerem Sande bei Anwendung von Kasten nicht ab; sie ist Kastenförmerei in fettem Sande. Als Beispiel dafür, so wie für die Anwendung von mehr als zwei Formkasten, folgt das Formen eines Kanonenrohres.

Formen eines Kanonenrohres in Masse. Die in der hiesigen Geschützgießerei im Gebrauche stehenden Modelle sind aus dem gewöhnlichen Kanonenmetalle, hohl, mit einer Metallstärke von 4 bis 6''' erzeugt. Das aus seinen Theilen zusammengestellte Modell ist dem Aeußern nach dem zu gießenden Rohre gleich, und nur um das Schwindmaß und die Zugabe für das Abdrehen der unreinen Oberfläche vergrößert; außerdem hat die Traube des Modelles einen prismatischen Ansatz, wodurch an dem Geschütze der Bohrzapfen zum Einspannen beim Ausbohren gebildet wird, und auf dem Kopfe ist ein Cilinder, der verlorne Kopf, Masselot, aufgesetzt, von welchem bereits (352.) die Rede war. Um durch den in die Mitte des Bodenstückes fallenden Rundstab das Ausziehen des Bodenstückmodelles aus der fertigen Form nicht zu hindern, aber auch nicht zu einer ferneren Theilung dieses Modelltheiles gezwungen zu sein, ist dieser Rundstab im Modelle in drei Theile (dem Umfange nach) zerschnitten und diese an dem Bodenstücke durch Schrauben, welche von innen nach außen greifen, befestiget. Soll daher das

Bodenstück des Modelles herausgezogen werden, so darf man nur diese Schrauben von innen herausnehmen, und es bleibt sodann der Rundstab des Modelles in der Form zurück; mit Hilfe dieser Schrauben, um Punkte zum Angriffe zu haben, wird derselbe sodann theilweise herausgenommen. Dasselbe ist der Fall mit der vordern Platte des Mittelstückes. — Die einzelnen Theile des Modelles passen genau auf einander, und sind einer in den andern eingefalzt; auch sind an den Haupttheilen inwendig an dem obern (vordern) Ende eine eiserne, in ihrer Mitte durchlöcherte Schiene, der Steg, in der Richtung des Durchmessers, am untern Ende aber zwei Haken einander gegenüber angebracht. — An jenen Stellen, wo die Delphinen zu stehen kommen, sind vier Warzen mittelst Schrauben (die von innen nach außen greifen) befestigt; diese Warzen haben die Gestalt, als wären die Delphinen in der Höhe eines Zolles abgeschnitten und weggenommen worden; übrigens muß auch ein ganzes Modell einer Delphine vorhanden sein. Die Schildzapfen sammt Angußscheiben sind ebenfalls mit Schrauben an ihrem Platze am Mittelstücke befestiget.

In wieviel Theile und an welchen Stellen die Modelle getheilt sind, ist bei verschiedenen Geschützen nicht ganz gleich; gewöhnlich besteht das Modell eines Kanonenrohres aus 9 Theilen, die in Fig. 59 vorgestellt sind; nämlich:

Bohrzapfen A,
Traubenknopf B,
Stoßboden C,
Bodenstück D,
Mittel- oder Zapfenstück E,
Langenfeld F, welches zuweilen mit dem folgenden Theile ein Ganzes bildet;
Schuberband G, d. i. diejenige plattenförmige Verstärkung, an welcher das Rohr zum Ausbohren zwischen eigenen Docken seine Lagerung erhält;
Kopf sammt Hohlkehle H,
Anguß oder verlorner Kopf I; ferner sind zwei Modelle K für die Schildzapfen erforderlich, ein Modell L für die Delphinen und dann die für die Spundöffnungen M, welche die Form an den Schildzapfen und an dem Bohrzapfen schließen.

Der Formkasten, insbesondere Formflasche, auch Mantel genannt, ist aus Gußeisen, mit einer Metallstärke von 6 bis 8''' erzeugt.

Er ist so wie das Modell, dem er im Groben genommen ähnlich ist, in Theile abgetheilt; aber die Anzahl derselben ist geringer, als die des Modelles, indem sich zuweilen 1½ oder selbst 2 Theile des letzteren in einen Flaschentheil einformen lassen. So besteht für das vorgenannte Modell die zugehörige Flasche aus 7 Theilen, Fig. 60, nämlich:

Traubenstück A′, für den Spund, Bohrzapfen und den halben Traubenknopf;

Stoßbodenstück C′, für die zweite Hälfte des Traubenknopfes und den Stoßboden;

Bodenstück D′,

Mittelstück E′,

Langenfeldstück F′,

Kopfstück G′,

Angußstück I′.

Jedes Stück der Flasche muß mit demjenigen Theile des Modelles, der darin eingeformt wird, genau gleiche Höhe haben, und denselben in einem Abstande von 3 bis 4″ rings umgeben. Ferner ist jedes Stück der Flasche außer dem Boden- und Traubenstücke in zwei Hälften nach der Richtung der Achse getheilt, an seinem oberen und unteren Rande mit Umfangsleisten rr, eben so an den Rändern, welche durch den Längenschnitt entstehen, mit Schlußleisten ss, und diese mit Löchern zum Durchstecken von Bolzen versehen, um die zwei Flaschenhälften an einander befestigen und jedes Flaschenstück mit dem angrenzenden verbinden zu können. Das Mittelstück der Flasche Fig. 63 hat an der Stelle, wo die Delphinen hintreffen, eine bauchförmige Erweiterung, an welcher zwei Schrauben zur Befestigung der Delphinenformen von außen nach innen greifen; ferner sind an demselben Cilinder für die Schildzapfen angebracht, an denen, wie am Traubenstücke, die Form mittelst Lehmspunde, die äußere Seite aber mittelst eiserner Schlußscheiben verschlossen werden. Endlich sind alle Flaschentheile mit sehr vielen Löchern zum Entweichen des Wasserdampfes beim Brennen versehen. — Sollen mehre Geschütze desselben Calibers zugleich gegossen werden, so ist dessen ungeachtet nur ein Modell, hingegen an Flaschen eine gleiche Anzahl erforderlich, indem die Formen, eine nach der andern erzeugt werden, die Formen selbst aber während des Gusses in ihrer Flasche eingeschlossen bleiben.

432. Der Vorgang beim Formen eines Kanonenrohres ist folgender:

Die Formscheibe KL, Fig. 61, eine aus hartem Holze erzeugte, 3″ dicke Scheibe, deren Durchmesser um einige Zolle größer ist, als der Durch-

messer des zum Bodenstücke gehörigen Flaschentheiles, wird so auf die Erde gelegt (bei langen Röhren in eine eigene Vertiefung), daß der Flaschenzug eines Krahnes gerade darüber geführt werden kann. Hierauf wird das Bodenstück D des Modelles mit seiner Achse über den Mittelpunkt derselben gestellt und darauf befestiget; hiezu wird die Formspindel mn, eine eiserne Stange, durch den Steg tt des Modelles durchgesteckt, mit ihren Gewinden in die in der Mitte der Scheibe befindliche Mutter w eingeschraubt, und nachdem eine die Höhlung des Modelles bedeckende Scheibe darauf gesteckt ist, durch eine Schraubenmutter u von oben angezogen, wozu, da die Spindel gewöhnlich länger ist, einige Holzcilinder zwischen Scheibe und Schraube eingelegt werden. Um das Modell kommen die beiden Hälften des zugehörigen Flaschenstückes D′; sie werden an den Schlußleisten unter einander, und ihre Umfangsleisten an die Formscheibe befestiget, wodurch auch die richtige Stellung dieses Manteltheiles gegen das Modell erreicht wird.

In den Raum, der zwischen dem Modelle und der Flasche auf diese Art entsteht, wird so viel Formmasse geschüttet, daß eine beiläufig 4″ hohe Schichte entsteht, und diese, nach der Größe des Geschützes durch 1 bis 4 Mann mittelst Dämmkeile und hölzerner Handschlägel fest zusammengeschlagen, was so oft wiederholt wird, daß dieser Zwischenraum bis an den obern Rand voll ist. Die letzte Schichte, bei welcher sich die Dämmkeile nicht mehr anwenden lassen, wird mit eisernen Hämmern festgeschlagen, die obere Fläche mit einer Maurerkelle dem Rande der Flasche gleich und eben gemacht, und dann mittelst eines mit Kohlenpulver gefüllten Beutels aus lockerer Leinwand, dem Siebbeutel, mit Kohlenstaub bestreut, damit sich die darauf folgende Form nicht mit der bereits fertigen verbinde. Wenn das Bodenstück auf diese Art fertig ist, so werden die Formspindel, Holzscheibe und die Cilinder weggenommen, das Mittelstück des Modelles ohne Schildzapfen und die dazu gehörigen Flaschentheile aufgesetzt. Das Aufsetzen derselben muß so geschehen, daß die Schildzapfenmodelle, wenn sie später angeschraubt werden, concentrisch in die Schildzapfencilinder der Flasche zu stehen kommen, zu welchem Zwecke die Stellung, welche die Flasche gegen das Modell bekommen muß, durch Zeichen bemerkt ist; die Befestigung des Modellstückes geschieht wieder, so wie früher, nur daß eine Formspindel von der Länge gewählt werden muß, daß sie durch beide Modelltheile durchreicht. Die zugehörigen Flaschenstücke werden mit ihren untern Umfangsleisten an die obern der Bodenstückflasche (mittelst Bolzen und Schließen) verbunden. — Die Delphinenformen, welche über das vorhandene Delphinenmodell aus Lehm in zwei nach der Längenrichtung zusammenpassenden Hälften vorräthig erzeugt, und

kurz vorher geglüht worden sind, werden auf die Warzen des Mittelstückes aufgesetzt, und durch die bereits erwähnten Schrauben angedrückt, Fig. 63. Hierauf wird der Raum zwischen Modell und Flasche bis an die untere Kante der Schildzapfen, auf dieselbe Art wie früher, mit Formmasse ausgedämmt, sodann die Schildzapfenmodelle angeschraubt, die Schildzapfencilinder der Flasche mittelst Scheiben verschlossen, und das Ausdämmen bis zum oberen Rande fortgesetzt, wo die Masse geebnet und mit Kohlenstaub bestreut wird. Auf gleiche Weise werden nun das Langenfeldstück, dann das Schuberbandstück und endlich das Kopfstück, eines nach dem andern, mit den zugehörigen Flaschentheilen aufgesetzt und eingedämmt.

Sobald dasselbe fertig ist, wird die Formspindel herausgezogen, die einzelnen Flaschenstücke losgemacht, mittelst des Krahnes abgehoben und auf kleine Holzklötze, welche unter die Umfangsleisten geschoben werden, zur Seite gestellt, so daß der untere Rand der Formmasse nicht beschädiget werde. — Um den Anguß zu formen, wird das Modell und Flaschenstück für denselben auf das horizontal hingelegte Kopfstück aufgesetzt, befestiget, ausgedämmt und sogleich abgehoben.

Der Stoßboden wird geformt, indem das Bodenstück D umgekehrt aufgestellt und das Stoßbodenmodell C sammt zugehörigem Flaschenstücke aufgesetzt und eingedämmt wird, Fig. 62; da aber der zugehörige Flaschentheil noch bis zur Hälfte des Traubenknopfes reicht, so wird auch dieser aufgesetzt und eingedämmt, die andere Hälfte desselben wird sodann mit dem folgenden Flaschentheile umgeben, indem zugleich das Bohrzapfen- und Spundmodell aufgegeben wird, womit die Form fertig ist. Für große Caliber wird der Formmasse für den Stoßboden etwas Tegel zugesetzt, um diesen Theil compact genug zu machen, daß bei dem ersten Hineinstürzen des flüssigen Metalles nichts davon losgeschlagen werde.

Um auch das Mittelstück an den Schildzapfen auszufertigen, wird dasselbe so auf eine Seite gelegt, daß der eine Schildzapfen aufwärts zu stehen kommt, die eiserne Schlußscheibe weggenommen, und die um den Schildzapfen herum von früherher locker gebliebene Masse fest eingedämmt. Ist die Höhe des Schildzapfens erreicht, so wird das Spundmodell aufgesetzt, nach erfolgtem Eindämmen aber sogleich herausgenommen. Hierauf wird das Mittelstück umgedreht, und der andere Schildzapfen auf gleiche Weise ausgefertiget. — Zuletzt werden die Modelltheile aus den Formen gezogen, was auf folgende Art geschieht: Jedes Formstück wird so gestellt, daß dessen größerer Durchmesser nach aufwärts kommt. Die Schließen an den Schlußleisten werden losgemacht, das Modell durch Anschlagen mit einem Hammer

an die inneren Wände gelüftet. Hierauf werden alle Schrauben, welche zur Befestigung von Verstäbungen, Schildzapfen und Delphinenwarzen dienten, herausgenommen, die Hängeeisen bb in die beiden Haken aa eingehängt, und das Modell mittelst zweier als Hebel gebrauchter Eisenstangen cc von der Form losgerissen, Fig. 64. Die Schildzapfen, Delphinenwarzen und Verstäbungen, welche hiebei in der Form stecken bleiben, werden vorsichtig nach innen herausgenommen und sodann die Bolzen an den Schlußleisten wieder fest angezogen. Sollte hiebei an den Theilen der Form etwas beschädiget worden sein, so wird es mit feinem Formsande oder mit Lehm ausgebessert, und die Form sodann zum Brennen in Bereitschaft gestellt.

Modelle großer Caliber werden mittelst der in Fig. 65 vorgestellten Schraubenvorrichtung aus der Form gezogen; hiezu legt man das mit der Mutter der Schraubenspindel versehene Stück AB auf zwei über den Rand der Formflasche gestellte Holzstücke pp, hängt die Hängeeisen mit dem einen Ende in die Haken des Modelles und mit dem andern in den dem Caliber anpassenden Einschnitt ss der Querstange CD und drehet mittelst des Hebels E die Spindel herum.

433. Hierauf folgt das Brennen der fertigen Formen. Zum Brennen werden die Formen auf niederen, aus Ziegeln aufgemauerten Oefen ganz aufgestellt. Diese Brennöfen sind mit einem Roste von Eisenstäben versehen und so angelegt, daß das Aufsetzen und Abheben mittelst eines Krahnes geschehen kann. Für kleine Caliber stellt man auf den Ofen die ganze Form mit dem Kopfe abwärts zusammen; bei größeren Geschützen gibt man so viele Theile auf einander, als mit dem Krahne noch angeht. Die Formen werden mit Blechen zugedeckt, und nun zuerst zum Austrocknen derselben ein langsames Kohlenfeuer angemacht. Das Brennen selbst geschieht durch die Flamme von klein gespaltenem Holze, welche die ganze Form wie einen Schornstein durchstreicht, und muß so lange fortgesetzt werden, bis keine Dämpfe mehr entweichen und die Form inwendig rothglühend ist; bei kleinen Calibern sind hiezu 5 bis 6, bei größeren 8 bis 9 Stunden erforderlich. Das Feuer muß Anfangs schwach gehalten, und gegen das Ende zu immer mehr verstärkt werden; es ist gut, die Form erst den Tag vor dem Guſſe zu brennen, damit sie nicht mehr Feuchtigkeit anziehen könne. Während des Brennens der Formen müssen auch die drei dazu gehörigen Lehmspunde im Kohlenfeuer geglüht werden.

Nun folgt das Schlichten der Formen. Sobald nämlich das Brennen beendet, und die Form nicht mehr glühend ist, werden die einzelnen Theile auf Unterlagen abgehoben, und nachdem sie auf eine Temperatur von beiläufig 80° abgekühlt sind, mittelst großer Borstpinsel an ihrer ganzen

inneren Fläche gleichförmig mit Schlichte überzogen. Die Schlichte hat den Zweck, die durch das Brennen entstandenen kleinen Risse und Unebenheiten der Form zu verkleben, und zwischen der Formmasse und dem flüssigen Metalle eine dünne Schichte zu bilden, wodurch die Verbindung derselben verhindert, und im Ganzen eine glättere Oberfläche des gegossenen Geschützes und ein leichteres Ablösen der Formmasse erzielt wird. Eine Schlichte, welche beiden Zwecken entspricht, besteht aus einem Gemenge von Kuhmilch und fein gepulvertem Graphit, welcher zwischen zwei kleinen Mühlsteinen abgerieben wird. Die Erzeugung der Schlichte geschieht kurz vor dem Gebrauch, weil sie sonst wegen des Gerinnens der Milch verderben würde. Die Temperatur von 80° beim Schlichten ist nöthig, damit das Wasser der Schlichte sogleich wieder entweiche, was bei niedrigerer Temperatur nicht so vollkommen erfolgen würde; eine höhere Temperatur hingegen würde ebenfalls nachtheilig sein, indem der Arbeiter wegen gar zu schnellen Eintrocknens nicht im Stande wäre, einen gleichförmigen Ueberzug hervorzubringen, und eine zu dicke Schichte wegen der zu gähen Gasentwicklung dem Gusse nachtheilig wäre. Nach dem Schlichten werden die Lehmspunde in ihre Oeffnungen genau eingepaßt, eingesetzt, mit dünnem Lehme verstrichen und die Schlußscheiben darüber befestiget.

Die Formen werden nun in die Dammgrube vertical eingesetzt, und in dieser Lage, da die Festigkeit der Formflaschen ein weiteres Eindämmen überflüssig macht, mit Ketten an die Wände der Grube befestiget; die Dammgrube muß hiezu so tief ausgehoben sein, daß der obere Rand der vertical gestellten Form nur um etwas tiefer zu stehen kommt, als die Abstichöffnung des Ofens. Aus dieser wird sodann das flüssige Metall durch einen eigens aus starkem Eisenbleche erzeugten und inwendig mit Lehm ausgeschlagenen Kanal, das G e r i n n e, in die Form geleitet. Der gerade von der Stichöffnung hinwegführende Hauptkanal desselben theilt sich nach rechts und links in so viele Arme, als Formen zugleich zum Gusse eingesetzt werden; jeder Arm hat am Boden eine Oeffnung, (Einlaufloch), worunter die vollzugießende Form gestellt werden muß. Zu diesem Zwecke wird zuerst der Stoßboden mit dem daran befestigten Traubenstücke mittelst des über der Dammgrube vorhandenen Hebzeuges hinunter gelassen; an die vordere Wand des Ofens wird eine aus Latten erzeugte, das anzubringende Gerinne vorstellende Chablone angelegt, durch die, die Durchlauflöcher desselben vorstellende Oeffnung ein Senkel hinunter gelassen, und sodann das Bodenstück so gestellt, daß

der Senkel auf dessen Mitte trifft. Die übrigen auf kleinen Wagen herbeigeführten Formtheile werden auf gleiche Weise hinunter gelassen, auf die bekannte Art befestiget und endlich die ganze Form nach der Chablone und dem Senkel in die verticale Stellung gebracht. Auf diese Art werden auch die übrigen Formen in die Bereitschaft zum Gusse gestellt. Die Formen werden sodann mittelst eines an einer Stange angebrachten Lichtes beleuchtet, allenfalls hineingefallene Unreinigkeiten mit der Tupfstange (eine Stange mit einer angebrachten Masse aus Klebwachs) herausgenommen, und sodann zugedeckt stehen gelassen. Hierauf wird das Gerinne an seine Stelle gebracht, in seinen Zusammensetzungen gut mit Lehm verstrichen, und an der Wand des Ofens, gleich unter dem Abstiche angemauert, wodurch nun alles in dieser Beziehung zum Gießen Nothwendige vorgerichtet ist.

434. Lehmförmerei. Die Lehmförmerei bedient sich zur Herstellung ihrer Formen nicht der Modelle, sondern fängt damit an, sich dieselben aus Lehm zu bilden, wonach erst über diesen die Formen selbst angefertiget werden.

Als Beispiel dieser Art des Formens folgt das Formen der Kanonenröhre. Die Formen für Kanonenröhre von kleinerem Caliber bestehen aus zwei Theilen, so daß Anguß und Rohr bis zum Stoßboden den einen, der Stoßboden mit dem Traubenknopfe und dem Spannzapfen den andern Theil ausmachen. Bei größeren Calibern (vom 12Pfünder aufwärts) wird der Anguß für sich allein geformt, wodurch drei Theile der zugehörigen Geschützform entstehen. Diese Formtheile werden auf die Art an einander gefügt, daß der eine mit einem conisch zulaufenden Ringe endigt (dem Stande), auf welchen die in dem andern Theile entsprechend angebrachte Vertiefung so paßt, wie der Deckel auf eine Dose.

Die Verfahrungsweise bei Erzeugung der Form für das Rohr oder den Anguß ist folgende. Auf einer horizontalen, um ihre Achse beweglichen, conisch gestalteten, hölzernen Spindel, Fig. 66, wird zuerst die Metallstärke, ein dem zu gießenden Kanonenrohre ganz ähnliches Modell (auch Kernformgestalt genannt) mit der nothwendigen Zugabe für das Schwinden und Abdrehen erzeugt. Zu diesem Zwecke bestreicht man die Formspindel AB Fig. 66 mit Seife, legt in der Entfernung des Halbmessers des zu erzeugenden Modelles das Formbrett CD, d. i. die Chablone, auf deren Rande das Profil des Geschützrohres, ohne Schildzapfen, Delphinen und Stoßboden ausgeschnitten ist, an, und überwickelt die Spindel mit Lunten (an manchen Orten mit einem Strohseile) bis auf einen kleinen

Abstand (beiläufig 1″) vom Formbrette. An jenen Stellen, wo zu viel Lunten aufgewickelt werden müßte, übernagelt man früher die Spindel mit dicht an einander gelegten Latten C (Federn), um dem Durchmesser des Rohres näher zu kommen (z. B. bei Kanonen kleineren Calibers am Angusse). Auf den umwickelten Lunten werden mehre dünne Lagen von grobem Gestaltlehme (gewöhnlicher, nur von den gröbsten Unreinigkeiten befreiter, mit Wasser zu einem ziemlich weichen Breie angerührter Lehm) aufgetragen und sogleich durch darunter angebrachtes Kohlenfeuer abgetrocknet (grobe Gestalt). Hierauf wird das Formbrett mit Hilfe der Bogenzirkel genau gestellt und die letzte Schichte Gestaltlehm (fein geschlemmter, mit etwas feinem Sande vermischter und mit Wasser zu einem beinahe flüssigen Breie angerührter Lehm) aufgetragen, während man die Spindel mittelst eines Haspelkreuzes fortdauernd um ihre Achse dreht, und zu wiederholtenmalen an verschiedenen Stellen nachmißt. Auf diese Art wird die eigentliche, feine Gestalt fertig, d. i. das Modell des zu erzeugenden Geschützes, mit oder ohne Anguß, ohne Schildzapfen, Delphinen und Stoßboden (wie vor erwähnt wurde). Nach dem Uebertrocknen werden die kleinen Unebenheiten dadurch ausgeglichen, daß die ganze Oberfläche der Gestalt oder Kernform mit heißem Unschlitte eingelassen, und bei Anlegung des Formbrettes um ihre Achse gedreht wird. Dieses Einlassen geschieht, damit sich dann später die Kernform leicht von der Mantelform losblättern lasse, auch werden zu eben demselben Zwecke vor dem Einlassen mehre Schnitte mit einer Säge durch die Verstäbungen angebracht (Schröpfen). Ueber den höchsten Rand des hintern Visirreifes hinaus, wird durch paralleles Anlegen eines geradlinigen Bleches ein 3 bis 4″ breiter Cilinder, abcd, geformt, welcher nach dem Trocknen mit angerührter Holzasche überstrichen (geäscht) wird; über demselben wird sodann der gleich Anfangs erwähnte Stand cdef, für welchen die gehörige Vertiefung gh im Formbrette eingeschnitten ist, gebildet; zur größeren Haltbarkeit desselben werden Eisenstücke (Standeisen), die mit Draht oder eisernen Reifen festgehalten sind, eingelegt.

Auf diese Gestalt werden nun die aus Gips erzeugten Schildzapfenmodelle und die Lehmformen für die Delphinen aufgesetzt. Die vorderen und hinteren Ränder der Angußscheiben und Delphinen sind durch erhabene Kreise auf der Kernform ersichtlich, welche dadurch entstehen, daß an den entsprechenden Punkten im Formbrette kleine Einschnitte angebracht sind. Um die Herabsetzung derselben von dem höchsten Punkte zu bekommen, theilt man den Umfang in vier Theile, und ritzt in diesen Punkten horizontale Linien ein, sodann trägt man von einer dieser vier

Linien, die hiedurch die höchste am Rohre wird, die Herabsetzung der Delphinen auf beiden Seiten auf den zugehörigen Kreisen auf und ritzet daselbst parallele Linien ein; die Herabsetzung der Schildzapfen trägt man von den beiden Linien, die einander in der Höhe der Rohrachse gegenüber liegen, ebenfalls nach abwärts und ritzt auch hier parallele Linien ein. Da nun an der Außenseite der Formen von den Schildzapfen sammt Angüssen sowohl, als von den Delphinen, diejenigen Punkte bezeichnet sind, welche auf den letzt gezogenen Linien eintreffen sollen, so braucht man nur diese Bestandtheile ihrer Bezeichnung gemäß auf die zugehörigen Linien aufzusetzen.

Die Schildzapfenmodelle werden durch lange eiserne Nägel, welche durch dieselben bis in die Spindel reichen, befestigt, nachdem man sich von ihrer richtigen Stellung mittelst Quadranten, Zirkel und Ablaufens mehrmals vollkommen überzeugt hat. Die Befestigung der Delphinenformen geschieht mittelst einer gebogenen Eisenschiene, welche quer über ihre höchsten Stellen gelegt wird und durch welche ein langer Nagel bis in die Formspindel reicht, Fig. 67.

Ueber die nun fertige Gestalt oder Kernform wird die eigentliche Form, Mantelform, erzeugt. Man überzieht dieselbe bei immerwährendem Umdrehen mit mehren Schichten von Zierlehm, ein fein geschlemmter, mit feinem Sande und Kühhaaren durchgearbeiteter und am Ende mit den Füßen abgekneteter Lehm, dessen Consistenz wohl weich, doch nicht flüssig ist. Die erste dieser Schichten wird, um nicht das Unschlitt zu schmelzen, an der Luft, die letzteren aber über Kohlenfeuer, wie vor, abgetrocknet, bis eine gewisse Dicke, welche sich nach der Größe des Calibers richtet, erreicht ist. (Nach dem Auftragen der ersten Schichte sagt man, die Gestalt sei in die Zier gestellt.) Hierauf werden die Nägel und die Schiene, welche die Schildzapfenmodelle und die Delphinenformen festhielten, entfernt, da diese Theile jetzt schon durch den Lehm festgehalten werden. Die Lehmhülle, welche die Schildzapfenmodelle umgibt, wird mit den äußeren ebenen Flächen derselben gleich geschabt und die Gestalt wird ausgeformt, d. h. mit einer 3″ dicken Schichte von Formlehm (grob geschlemmter, mit Sand und Kühhaaren zu einem steifen Teige abgetrockneter Lehm) auf einmal überzogen. Damit dieser Ueberzug an allen Stellen gleich stark ausfalle, wird ebenfalls ein Formbrett, in welchem der Vorsprung für die Delphinen und Schildzapfen ausgeschnitten ist, angelegt.

Um der Form die nöthige Festigkeit zu geben, wird sie nun mittelst Formschienen und Reife abgebunden; erstere sind 1″ breite und 1½‴ dicke Eisenschienen, welche nach der Länge und Krümmung der Oberfläche der

Form zugerichtet, und an jenem Ende, wo der Stand ist, mit Haken versehen sind. Die Reife sind eben so stark im Eisen, wie die Schienen, haben den Durchmesser der Form, sind offen und an beiden Enden mit Haken versehen. Der ganze Umfang der Form wird in Abständen von einem Zoll mit den gut aufliegenden Schienen belegt, und diese einstweilen mit Draht festgehalten. Hierauf werden die Reife in ähnlichen Zwischenräumen neben einander gelegt, die beiden Haken eines Reifes mit Draht umschlungen und durch das Radeln dieses Drahtes fest angezogen. Ueber die bauchförmige Erhöhung der Delphinen werden zwei Reife übers Kreuz gelegt, so daß die Oeffnungen der Schildzapfen frei bleiben. Fig. 69.

Bei großen Calibern ist das einmalige Abbinden nicht hinreichend; es wird daher die erste Schichte Formlehm nur 1½″ dick gemacht, sodann die Form abgebunden (innerer Bund), hierauf die Lehmstärke auf 4″ ergänzt und ein ähnlicher äußerer Bund angelegt. Die Formschienen des innern Bundes bedürfen am Ende keiner Haken, während hier die des äußern Bundes an beiden Enden mit solchen versehen sind. Die Form für den Anguß wird bei diesen größern Geschützen für sich auf dieselbe Weise erzeugt, aber nur einmal abgebunden. Nach dem Abbinden wird die Form noch einmal mit dünnem Lehme überzogen, um zur Verhinderung einer Beschädigung alle vorstehenden Drahtenden zu bedecken.

Die ganze Form sammt Spindel wird nun aus dem Formlager mittelst Hebbäume oder Wagenwinden herausgehoben, auf den Formschlitten (ein Rahmen aus starken Balken, welcher so construirt ist, daß die Form an mehren Stellen gut aufruhet) gelegt, und auf derselben mit Ketten befestiget. Mit einem hölzernen Klotze wird die Spindel herausgestoßen, der Lunten und die Formfedern, aus welchen gleich beim ersten Umwinden mit Lunten die Nägel herausgenommen wurden, herausgezogen und die Gestalt herausgebrochen. Sollte Letzteres nicht leicht gehen, so wird etwas Kohlenfeuer in das Innere gebracht, worauf der Lehm mürbe wird und sich von der Mantelform abblättert. Der Ring, welcher den Stand bildet, wird vorsichtig ganz herausgenommen, und bis zu seiner weitern Verwendung aufbewahrt. Die Schildzapfenmodelle werden in das Innere der Form hineingestoßen und entfernt. Einen Theil der Mantelform im Durchschnitte zeigt Fig. 68.

Mit Hilfe eines zweiräderigen Gestelles kann nun das Ganze an einen geeigneten Ort gebracht werden, wo der Schlitten sammt der Form schief aufgestellt wird. Der untere Rand der Form wird nun so untermauert, daß dieses Mauerwerk zugleich einen kleinen Ofen bildet,

zu welchem die Form selbst den Schornstein abgibt. Ein Flammenfeuer, welches durch ½ bis 1 Stunde unterhalten wird, bewirkt die Zerstörung des Unschlittes, worauf die Form niedergelassen und die allenfallsigen Beschädigungen ausgebessert werden. Hierauf wird die Form mit Bier ausgewaschen, abermals in ihre ungefähr 80° gegen den Horizont geneigte Lage aufgestellt und durch ein beim Feldgeschütze 5 bis 6, beim Batteriegeschütze 8 bis 9 Stunden lang unterhaltenes Flammenfeuer gebrannt. Nach dem Brennen wird der kleine Ofen abgebrochen, die Form horizontal gelegt, nachdem sie auf beiläufig 90° abgekühlt ist, mit einem Borstwische rein ausgekehrt und dann ebenfalls mit einem in die Schlichte getauchten Borstwische geschlichtet. Nach dem gänzlichen Erkalten werden die Schildzapfenöffnungen mit Graphitplatten (Laiber) verschlossen; hiezu wird die Graphitplatte auf dem Rande der Schildzapfenöffnung so lange abgerieben, bis sie auf dieselbe vollkommen paßt, und nun eine Eisenschiene, welche mit vier Haken versehen ist, quer darüber gelegt, die Haken aber mittelst Binddrahtes mit den correspondirenden Haken der kreuzweise um das Mittelstück gelegten Formschienen verbunden. Die Fugen, welche sich dabei ergeben, wo die Graphitplatten anliegen, werden noch mit Lehm gut verstrichen.

Zu gleicher Zeit wird die Erzeugung der Form für den Stoßboden vorgenommen. Hiezu wird zuerst ein Modell von demselben sammt Traube und Bohrzapfen, Fig. 70, aus Gips gebildet; dieses geschieht auf einer eisernen Spindel MN, Fig. 71, mit Hilfe eines Formbrettes O, an welchem die Contour der genannten Theile xyuv ausgeschnitten ist. Dieses Modell wird mit Unschlitt eingelassen, 3 bis 4mal mit Zierlehm überzogen, dann mit Schienen und Draht abgebunden und endlich mit Formlehm ausgeformt, so daß am Bohrzapfen ein kleines conisches Loch bleibt, und die Lehmstärke 4″ beträgt. Nach dem völligen Trocknen wird das Modell herausgebrochen, und die Form in den Standring mit Hilfe von Ziegelstückchen und Formlehm so eingesetzt, daß die beiden Achsen in einander fallen. Nachdem die Stoßbodenform ausgebessert und mit Bier ausgewaschen wurde, wird sie auf einem kleinen Windofen, welcher aus einem Graphittiegel gebildet ist, mit Kohlen gebrannt; die kleine Oeffnung oben am Ende des Bohrzapfens dienet zur Unterhaltung des Luftzuges. Nach dem Brennen wird sie geschlichtet, die kleine Oeffnung mit einem Lehmspunde verschlossen und nun die Stoßbodenform in den Stoßbodenkorb mit Gips und Ziegelstücken so eingemauert, daß der Stand frei darüber hervorstehet. Fig. 72.

Das Einsetzen in die Dammgrube geschieht auf folgende Art: Der Boden der Dammgrube wird geebnet, die Stoßbodenform, welche mit einem Tuche bedeckt ist, mittelst Stricke an den Flaschenzug des Hebzeuges befestiget, hinabgelassen und ihre Lage auf dem Boden der Dammgrube auf die bei der Massenförmerei angegebene Art ausgemittelt, worauf sie auch sogleich bis an die Haken des Stoßbodenkorbes eingedämmt wird. Hierauf wird die ganze übrige Geschützform mittelst des Hebzeuges hinunter gelassen, wobei ihr durch Hilfe verschiedener Flaschenzüge im Hinabsinken die verticale Lage gegeben wird. Das Aufsetzen der Form auf den Stand muß sehr vorsichtig geschehen, damit nichts losbreche und eine genaue Schließung hervorgebracht werde. Die Zacken des Korbes, m, Fig. 72, werden mit denen am untern Theile der Form n mittelst Binddrahtes verbunden, der Draht fest geradelt, und die Fugen an der Zusammensetzungsstelle gut mit Lehm verstrichen. Endlich werden die Formen, wenn ihre verticale Stellung geprüft ist, bis auf 6″ vom obern Rande abwärts mit Erde eingedämmt und auf diese Art alles zum Gießen in Bereitschaft gestellt.

435. Die Darstellung von Formen in Lehm für andere Gegenstände, deren Guß die Anschaffung von Modellen und Kasten nicht lohnet, ist im Wesentlichen von der eben beschriebenen nicht verschieden. Sollen die Gußwaaren hohl angefertiget werden, so bildet der Förmer auf die eben besprochene Weise zuerst den Kern, dessen äußere Begrenzung genau mit der Aushöhlung übereinstimmen soll; über diesen kommt ein zweiter Lehmaufschlag, die Eisenstärke oder die Gestalt, der nicht allein den ganzen innern und äußeren Umriß des Gußstückes, sondern auch dessen körperlichen Inhalt, mit Zugabe für das Schwinden, auf das vollkommenste darstellet, über denselben wird endlich ein neuer Lehmüberzug, der Mantel, gegeben. Sobald der Mantel völlig lufttrocken und durch gelinde Erwärmung nach und nach stärker ausgetrocknet worden ist, muß die Gestalt herausgeschafft, Kern und Mantel aber in diese ihre frühere Lage gegen einander gebracht und in derselben befestiget werden, da diese beiden eigentlich den Raum begrenzen, der mit flüssigem Eisen angefüllt werden soll. Dieses geschieht durch bloßes Herunterziehen des Modelles von der Gestalt, wenn die hinlängliche Verjüngung statt findet. Ist dieses jedoch nicht der Fall, oder gestatten es die auf der Gestalt angebrachten Verzierungen u. dgl. nicht, so wird der Mantel in zwei gleiche und ähnliche Hälften, zuweilen auch in mehre Stücke (wenn es die Beschaffenheit des Gusses nothwendig macht), zerschnitten und so von der Gestalt herabgenommen, welche hierauf zerstört wird. — Kern und Manteltheile werden sodann nachgebessert, gebrannt und ge-

schwärzt, letztere über den Kern zusammengefügt, die Nähte mit Lehm verschmiert und die nothwendige Haltbarkeit durch Schienen und Ringe gegeben, wonach die aus Mantel und Kern zusammengesetzte Form in die Dammgrube eingedämmt wird. — Als Ablösungsmittel des Mantels von der Gestalt und dieser vom Kern bedienet man sich entweder des oben angegebenen oder eines dünnen, doch nicht zu wässerigen Breies aus gesiebter Holzasche und Wasser. — Die Kerne für hohle Gußstücke macht man niemals ganz massiv; theils weil sie sich bei größeren Dimensionen nicht transportiren ließen, theils weil massive Kerne ein außerordentlich starkes Feuer zum Trocknen und Brennen erfordern und doch in den wenigsten Fällen gehörig durchgebrannt würden. Die größeren Kerne werden daher entweder ringförmig gemauert (wie bei großen Cilindern) oder man gibt ihnen (wie bei großen Kesseln) durch Gewölbe oder eiserne Trageplatten inwendig eine Höhlung; kleinere Kerne, die auf der Spindel abgedreht werden, erhalten dadurch eine Höhlung, daß man die Spindeln erst mit Strohseilen umwickelt und diese dann mit Lehm bekleidet, bis die Kerne die gehörige Stärke erhalten haben, worauf man die Strohseile, sobald die Kerne lufttrocken geworden sind, herausziehet und dann die hohlen Kerne brennt.

436. Vergleicht man die Lehm- und Massenförmerei in Bezug auf die Erzeugung der Geschützformen, so ergibt sich: a. Zur Herstellung einer Geschützform in Lehm werden 10 bis 12 Tage erfordert, während sie durch Anwendung der Massenförmerei, selbst für den größten Caliber in einem Tage fertig wird (für eine 12pfdg. Kanone durch 6 Mann in 12 Stunden). b. Die Lehmformen müssen eingedämmt und nach dem Gusse wieder ausgegraben werden, welche beschwerliche Arbeit bei der Massenförmerei hinwegfällt. c. Die in Lehm gegossenen Kanonen von großem Caliber fallen der Länge nach gekrümmt und im Querschnitt etwas oval aus, weil sich die Formspindeln durch das Gewicht der Form biegen und die Form, nach Ausziehen des Kernes einsinkt; die richtig abgedrehten Modelle bei der Massenförmerei, so wie die Solidität der Formflaschen beseitigen diese Mängel. d. Der Aufwand an Brennmateriale ist in beiden Fällen gleich; der Lehm ist von abgeplündertem Geschütze nicht mehr zu brauchen, während ein großer Theil der Formmasse wieder verwendet werden kann. — Der genannten Vortheile wegen ist in der österreichischen Artillerie die Anwendung der Sandformen allgemein eingeführt, um so mehr, da Versuchen zu Folge, die in Sandformen (nach dem obigen Legirungsverhältnisse von Kupfer und Zinn) gegossenen Ge-

schütze denen in Lehmform erzeugten in Bezug der Ausdauer durchaus nicht nachstehen.

Nur wenn wenige Exemplare eines neu construirten Gußstückes erzeugt werden sollen, und sich folglich die Unkosten, welche die Anschaffung des metallenen Modelles und der Formflaschen nicht rentiren würden, ist die Lehmförmerei vorzuziehen; sie wird daher immer zur Anfertigung der Formen für ein etwa versuchsweise zu erzeugendes Geschütz, so wie zur Erzeugung der zur Massenförmerei erforderlichen Modelle und Flaschen u. dgl. in Anwendung bleiben.

437. Schalenguß. Verschieden von den angeführten Arten der Förmerei ist die Anwendung gußeiserner Formen oder Schalen. Während die Formen aus den vorgenannten Materien nur für einen einzigen Guß dienen und dann zerstört werden müssen, so gewähren aus Gußeisen angefertigte Formen den Vortheil, daß eine beliebige Anzahl Güsse in denselben nach einander gemacht werden können. Ungeachtet dieser dem Schalengusse zukommenden Bequemlichkeit und Schnelligkeit, so wie der daraus hervorgehenden Wohlfeilheit, wird derselbe doch nur wenig angewendet, weil die Gußstücke durch die schnelle Abkühlung in den gut leitenden Formen eine rauhe und unansehnliche Oberfläche erhalten und sich bis auf mehre Linien Tiefe sehr stark abschrecken, wodurch sie mit einer harten und spröden Rinde von weißem Eisen überzogen erscheinen.

Diese Art der Gießerei war früher häufig der oben angeführten Vortheile wegen zum Gießen der Eisenmunition im Gebrauche gestanden; da jedoch die dadurch erlangte Härte für die Geschütze sehr nachtheilig wird, so ist man jetzt fast allgemein davon abgegangen und formt Kanonenkugeln in Sand. Eine eiserne Kugelform oder Gußschale besteht aus zwei genau mit den Flächen auf einander passenden dicken Gußeisenstücken, von welchen jedes die halbe Kugelhöhlung nebst der halben Weite des Gießloches enthält. Zur richtigen Zusammensetzung hat die eine Hälfte vier kurze Zapfen, welche in vier Löcher der andern passen.

Für solche Gegenstände jedoch, bei welchen bedeutende Härte ein Erforderniß ist, werden eiserne Formen regelmäßig angewendet; je dicker die Wände solcher Formen sind, desto mehr Wärme entziehen sie dem Eisen in gleicher Zeit und desto vollkommener ist daher die Härtung. Um zu vermeiden, daß die Formen durch das flüssige Roheisen angegriffen werden, wodurch auch die rauhe und gefurchte Oberfläche des Gußstückes herbeigeführt wird, streicht man sie inwendig mit Steinkohlentheer aus; auch werden sie vor dem Gusse erwärmt. Auf diese Art werden z. B. große Dreh-

eisen, Walzen (Hartwalzen) u. s. w. gegossen. Für letztere sind die Gußschalen gußeiserne Cilinder, an deren beiden Enden Formkasten angebracht sind, in welche die Zapfen der Walzen, die weich bleiben sollen, eingeformt werden. — Sollen nur einzelne Theile eines Gußstückes gehärtet erscheinen, z. B. die Bahn großer Hämmer, so bringt man diesem Verfahren entsprechend, an diese Stelle der auf eine der vorhergehenden Arten angefertigten Form eine dicke, mit Theer überstrichene Platte von Schmiedeisen, welche auf diese Art das flüssige Eisen hier schneller abkühlt und härtet.

438. **Gießen der Kanonen und der Munition.** Soll wirklich der Guß beginnen, so wird das Gerinne von den Kohlen, durch die es erhitzt wurde, gereiniget und selbst mit einem Blasbalge ausgeblasen; die bis jetzt zugedeckten Formen werden aufgedeckt und die Einlauflöcher im Boden des Gerinnes zu den ersten beiden Formen (vorausgesetzt, daß mehre derselben in zwei Reihen gestellt sind) durch Vorhaltkolben, welche früher glühend gemacht wurden, geschlossen gehalten. Hierauf wird der Lehmpfropf, welcher das Stichloch verschließt, mit einer spitzigen Eisenstange zum Theile herausgestochen, der übrige glühende Theil aber durch eine starke eiserne Stange mittelst schwerer Hämmer so weit hineingetrieben, daß das flüssige Eisen erscheint, worauf die gemachte Oeffnung mit dem Raumeisen schnell erweitert, oder der Strom des ausfließenden Eisens, wäre sie schon zu groß geworden, durch einen Vorhaltkolben gemindert wird. Das flüssige Metall, welches mit vieler Heftigkeit aus dem Ofen strömet, sammelt sich im Gerinne, und wird erst dann durch Wegnahme der Vorhaltkolben in die zwei nächsten rechts und links stehenden Formen laufen gelassen, wenn jenes beinahe voll ist, wobei sorgfältig beobachtet werden muß, daß nicht die auf der Oeffnung schwimmende Unreinigkeit mit hineinkomme.

Wenn mehr als zwei Formen vorhanden sind, wozu das Gerinne durch eine Scheidewand abgetheilt ist, so stößt man, sobald jene ersten beiden Formen bis auf 1′ voll und durch die Vorhaltkolben wieder geschlossen wurden, den in der Scheidewand des Gerinnes vorhandenen Lehmpfropf durch, läßt aber das Metall ebenfalls erst in die beiden folgenden Formen durch Wegnahme der Vorhaltwerkzeuge dann einlaufen, wenn diese Abtheilung des Gerinnes mit Metall gefüllt ist; eben so wird verfahren, wenn noch eine dritte Abtheilung vorhanden sein sollte. Wenn alle Formen gefüllt sind, wird auch die letzte Scheidewand durchstoßen, damit das überflüssige Metall und die Schlacke in einen in Bereitschaft stehenden Tiegel abfließen

könne (Wolf), um desto weniger aus dem kalt gewordenen Ofen ausarbeiten zu müssen. Nach vollendetem Gusse wird das Gerinne hinweggenommen, die Oberflächen der gegossenen Stücke 8 bis 10 Zoll hoch mit Kohlenstücken bedeckt, um das zu schnelle Erstarren zu verhindern, und die Geschütze selbst 36 bis 42 Stunden, die in Lehm geformten sogar 5 bis 6 Tage der Abkühlung überlassen. — Gleich nach beendigtem Gusse, der beim Eisenschmelzen 4½ Stunden nach dem Beginne des Anfeuerns erfolgen kann, werden alle Oeffnungen des Ofens sorgfältig verschlossen, um denselben zur Vermeidung von Sprüngen oder Rissen einer ganz langsamen Abkühlung zu überlassen. Erst nach erfolgter Abkühlung wird das zurückgebliebene Schaleneisen ausgearbeitet und die nothwendige Ausbesserung der Herdsohle vorgenommen.

Der hier besprochene Vorgang wird sowohl beim Schmelzen des Eisens aus dem Hohofen als aus dem Flammenofen beobachtet, und ist im Wesentlichen nicht verschieden, wenn die Kanonen aus dem gewöhnlichen Kanonenmetalle gegossen werden.

439. Das Gießen der Munition, was gewöhnlich nur aus einem Hoh- oder Cupoloofen vorgenommen wird, geschieht mittelst halbkugelförmiger Kellen, Schöpfkellen, die 25 Pf. Eisen fassen, wenn dasselbe aus dem offenen Vorherde ausgeschöpft werden kann, oder mittelst großer, einige Centner fassender Kellen; letztere werden mit Hilfe eines Krahnes zu den in Bereitschaft stehenden Formen geschafft, und diese sodann nach einander gefüllt. Diese Kellen werden, um das Anhängen des Eisens zu verhindern, von außen und innen mit Lehm beschlagen, getrocknet, und durch ein paar Stunden vor dem Gusse durch Füllen mit glühenden Kohlen oder Schlacken erhitzt. Ein Gehilfe des Gießers zieht von dem schon über der vollzugießenden Form in Bereitschaft gehaltenen Eisen mit einem Stocke Kohlen, Schlackentheile und Oxydhaut an der Oberfläche zurück, und hindert sie in die Form zu laufen; mit dem hiedurch entzündeten Stocke entflammt er sodann das durch die Fugen des Kastens und durch die Windpfeifen davon gehende brennbare Gas, um jede Belästigung für die Arbeiter zu heben, und das Entweichen desselben zu erleichtern. Das Eisen muß, ohne abzusetzen, in jede Form gegossen werden, bis es beim Eingusse hervortritt; reicht eine Schöpfkelle nicht hin, so müssen zwei Gießer einander unterstützen. — Die Geschwindigkeit, womit das Eisen in die Form fließt, ist für den Erfolg nicht gleichgültig. Im Allgemeinen müssen kleine Projectile schneller gegossen werden, als große; bei einem zu heftigen Einstürzen des Eisens in die Form wären Gruben und Höhlungen durch die nicht hinlänglich entwichene Luft zu besorgen, daher man auch gegen das Ende

in einem dünnen Strahle das Eisen einlaufen läßt. Bei sehr hitzigem und dünnflüssigem Eisen gießt man nur langsam; manchmal, besonders beim Schmelzen mit Coaks, läßt man es in etwas abkühlen. Die Erfahrung allein kann hiebei für die verschiedenen Gußwaaren lehren, welche Achtsamkeit man für den besten Erfolg haben muß. — Sobald das Eisen am Eingusse so erstarrt ist, daß es nicht mehr verschüttet werden kann, kehrt man die Formkasten der massiven Munition, nicht der hohlen, um; dieses geschieht, damit die Kugelgestalt der Form nicht durch den Druck des noch flüssigen Eisens verändert werde, daher es sobald als möglich geschehen muß.

440. **Vollendung der Gußwaaren.** Kugeln und andere Projectile werden, sobald das Eisen erstarrt ist, aus der Form genommen, Kanonenröhre aber erst nach 48 Stunden aus der Dammgrube ausgehoben und abgeplündert, wozu die in Lehm geformten ausgegraben werden müssen. Eben so sollen Artikel, von denen eine große Haltbarkeit gefordert wird, nicht eher aus der Form genommen werden, bis sie gänzlich erkaltet sind. Gußstücke, welche verschiedene, und darunter sehr dünne Metallstärken haben, entblößt man an den dicken Theilen, damit sie mit den dünneren, mit Formmasse bedeckt bleibenden zugleich erkalten. — Die gegossenen Artikel erhalten sodann durch verschiedene mechanische Bearbeitung die gänzliche Vollendung; der Sand oder die Formmasse wird von den Gußstücken abgelöst, wo er zu fest sitzt, mit dem Meißel oder mit groben Feilen, der Gußzapfen abgeschlagen, die Kernspindel bei den Hohlprojectilen mittelst eines eigenen Wendeisens herausgenommen, die vom Kerne zurückgebliebenen Stücke mit dem Stemmeisen zerkleinert und herausgeschafft; die nicht immer ganz zu vermeidenden Gußränder an den Stellen, wo die Modelltheile zusammenstoßen, werden mit Meißeln und leichten Spitzhämmern entfernt, die Spur des Gußzapfens mit Stemmeisen und durch Bearbeitung mit einem Handhammer in einem kugelförmigen Gesenke unmerkbar gemacht, endlich wird das Brandloch auf eigenen Maschinen ausgerieben, was an andern Orten gleich mit dem noch glühenden Projectile geschieht, und mit dem erkalteten noch wiederholt wird. Granaten und Kugeln werden sodann, doch nicht in zu großer Menge auf einmal, in einem von vierzölligen Pfosten angefertigten, und mit starken eisernen Reifen beschlagenen Rollfasse, welches durch ein Wasserrad in langsame Bewegung gesetzt wird, gerollt, wodurch sie, so wie durch das sonst üblich gewesene Ueberschmieden unter dem Polirhammer, wozu in Hammer und Amboß Gesenke gehören, deren Tiefe $\frac{1}{4}$ des Durchmessers beträgt, an ihrer Oberfläche glatt und glänzend werden. Gußblasen, die nahe an der

Oberfläche sind, geben sich nach dem Rollen, als dunkle abgeplattete Stellen zu erkennen, wovon man sich durch einen Körner überzeugen kann. Auf diese Art sind die Projectile zur weiteren Untersuchung und Uebernahme von Seite der Artillerie nach den bestehenden Vorschriften hergestellt. — Kanonenröhre werden, sobald die Formmasse von denselben abgelöst ist, sogleich zum Abschneiden des Masselots, und endlich zum Ausbohren und Abdrehen übergeben. — Manche Gußstücke werden aus einzelnen Theilen zusammengesetzt, wozu ein Nachhelfen mit Feile und Meißel, Herstellung von Löchern, Einschneiden von Gewinden u. dgl. nothwendig wird (Armirung der Gußwaaren). Andere Gegenstände werden ihrer ganzen Länge nach abgedreht, wie Walzen, oder ausgebohrt wie Gebläsecilinder, oder auf einer Fläche abgehobelt, was auf eigenen verschieden eingerichteten Drehbänken, Bohr- oder Hobelmaschinen geschieht. Der Nothwendigkeit, Gußstücke durch Adouciren für diese Bearbeitung geschickt zu machen, da kleine dünne Stücke selbst in getrockneten Formen noch ein Abschrecken erleiden, wurde schon oben erwähnt, so wie umgekehrt, anderen Gußstücken durch Einlegen einer Eisenplatte in die Form eine harte Oberfläche zu geben, wie es für Amboße u. dgl. nothwendig ist. Endlich erhalten viele Gußwaaren, nachdem sie ganz fertig, geputzt und bearbeitet sind, noch einen Ueberzug, um sie vor dem Rosten zu bewahren, worüber ebenfalls (383.) einige Vorschriften gegeben wurden. — Gegossene eiserne Kochgeschirre, welche die unangenehme Eigenschaft haben, die Speisen zu schwärzen, hat man zu verzinnen gesucht. Da die Verzinnung gußeiserner Gegenstände (396.) weit schwieriger und kostspieliger auszuführen ist, als auf Stabeisen, auch weniger haltbar sich zeigt, als auf diesem, so werden sie häufig mit einem Emailüberzuge versehen, der aus einer zusammengeschmolzenen Masse aus Borax und Quarz besteht, die mit geschlemmtem Pfeifenthon und Feldspath auf Granitsteinen zermahlen wird, worüber noch eine Glasur aus Borax, Zinnoxyd und Flußspath aufgetragen wird.

441. **Anwendung der erhitzten Luft.** In der neuesten Zeit hat man mit vielem Vortheile zur Speisung der Hoh- und Cupoloöfen heiße Luft angewendet. Zu diesem Zwecke wird die Luft entweder mittelst der sonst unbenützt entweichenden Gichtflamme oder in eigenen Oefen erhitzt, innerhalb welcher sich die Luftzuleitungsröhre zur Vermehrung der Oberfläche in mehre Arme theilt, wonach sie sich außer dem Ofen wieder in einer gemeinschaftlichen Röhre sammelt und sodann bis zu den Formen geführt wird. Geschah die Erhitzung mittelst der Gichtflamme, so wird die, die erhitzte Luft leitende Röhre, um Wärmeverlust zu vermeiden, innerhalb der Mauer

des Rauhgemäuers nach abwärts geführt. Die mit erhitzter Luft gespeisten Oefen müssen eine sogenannte Wasserform haben, d. h. eine Form mit doppelten Wänden, zwischen welchen ein Wasserstrahl beständig durchfließt und dieselben abkühlt. Die Temperatur, bis zu welcher die Luft erhitzt wird, beträgt zwischen 100 und 250°; eine höhere Temperatur, als die letztgenannte, hat wenigstens keine weiteren Vortheile mehr bemerken lassen. Ein Pf. Kohle bedarf, um zu Kohlenoxydgas zu verbrennen, der Berechnung nach 5²/₈ Pf. oder 66 Kb.' atmosphärische Luft; die Erfahrung hingegen zeigt, daß in Folge eines Luftverlustes wohl auch noch mehr erforderlich ist. Erwägt man, daß die Temperatur einer so großen Menge von Luft, bevor sie wirklich zum Verbrennen der Kohle dienet, früher selbst auf die Entzündungstemperatur gehoben werden muß, wozu ein bedeutender Theil der schon entwickelten Wärme im Ofen verwendet, und daher für einen andern Erfolg, als Schmelzen, und überhaupt Durchsetzen des Erzes, entzogen wird, so ist ersichtlich, daß die sich während dieser Zeit in einem größern Raume verbreitete Luftmenge mit einem größeren Kohlenquantum in Berührung tritt, als geschehen würde, wenn sie dem Brennstoffe gleich bei ihrem Zusammentreffen zur Nahrung dienen könnte, und daß daher ein nicht unbeträchtlicher Theil derselben erst in der oberen Region und dann nicht mit demselben nützlichen Erfolge verzehrt wird. Läßt man hingegen heiße Luft einströmen, die schon bei ihrem Eintritte in den Ofen die zum Verbrennen der Kohle hinlängliche hohe Temperatur besitzt, so nähret sie auch mit größter Intensität die Verbrennung und ihr Sauerstoff wird sogleich vollständig verzehrt. Der Raum der größten Hitze, der Verbrennungsraum ist hier, gegen den im früheren Falle von kleinerer Ausdehnung, die Temperatur desselben hingegen größer.

442. Die Vortheile, welche daraus hervorgehen, sind: Ersparung an Brennmateriale von ⅓ bis ²/₅ und größere Production an Roheisen, da die Schmelzung viel schneller erfolgt. — Ferner kann man die Zuschläge vermindern, und erhält doch eine weit flüssigere Schlacke, die keine Eisenkörner enthält, was eben so ein gültiger Beweis für die höhere Temperatur ist, wie der Umstand, daß sich an dem Formmaul keine Nase bildet, und der Lichtglanz durch die Form ungewöhnlich groß ist. — Der Betrieb mit erhitzter Luft erfolgt viel regelmäßiger und gleichartiger, als mit kalter, denn die Störungen, die sich beim Hohofenbetriebe zeigen und hauptsächlich aus Temperaturveränderungen hervorgehen, welche entweder durch atmosphärische Einflüsse, als Temperatur der Luft, Wasser-

gehalt, oder auch aus anderen Ursachen, als Feuchtigkeit der Schmelzmaterialien, größere Strengflüssigkeit der Erze, oder zu hohem Erzsatz herbeigeführt werden, erleiden dadurch eine Schwächung und der Ofenbetrieb wird constanter gemacht; dieses ist um so mehr der Fall, wenn die Hitze des Ofens nicht bedeutend größer ist, als zum guten Gange desselben erforderlich wird. — Treten endlich Fehler im Hohofen wirklich ein, welchen man nur durch erhöhte Temperatur im Gestelle abhelfen kann, so braucht man die Temperatur der heißen Luft nur zu steigern, um gleich das zu erreichen, was erst durch einen stärkern Kohlensatz, und dieses viel später, bewirkt werden kann.

Obwohl das hier Angeführte sich durch in neuerer Zeit gemachte Erfahrungen vollkommen bestätiget, so sind aber doch die Resultate über die Wirkungen der erhitzten Luft auf die Beschaffenheit des producirten Roheisens an verschiedenen Orten verschieden ausgefallen. So ist das zum Gießen bestimmte Roheisen (praktische Eisenhüttenkunde von Walter de Saint-Ange, deutsch bearbeitet von Dr. C. Hartmann) im Allgemeinen verbessert worden; es kann grau, selbst dunkelgrau dargestellt werden, und hat den Vortheil, daß es mehremal ohne Nachtheil der Weichheit umgeschmolzen werden kann. — In Beziehung der Festigkeit hat man aber entgegengesetzte Resultate erlangt. Während in England zwischen der Festigkeit des bei kalter und erhitzter Luft erblasenen Roheisens wenig Unterschied wahrgenommen wurde, hat man in Frankreich Eisen erhalten, dessen Festigkeit durch Proben doppelt so groß, an andern Orten aber umgekehrt bei weitem kleiner gefunden wurde, und dieses selbst unter Anwendung derselben Erze und Coaks. Ein Umschmelzen verschaffte ihm seine gewöhnliche Festigkeit wieder, an manchen Orten aber auch nicht. Es ist wahrscheinlich, daß dabei die Temperatur der erhitzten Luft eine wichtige Rolle spiele und daß, um Roheisen für die Gießereien in der erforderlichen Qualität zu erzeugen, ein gewisser, nach Beschaffenheit des Materiales verschiedener Wärmegrad nicht überschritten werden dürfe, wie es sich durch einige Beobachtungen zu bestätigen scheinet. — Auch in Bezug des zum Verfrischen bestimmten Roheisens zeigt sich die gemachte Erfahrung über die Qualität des daraus erzeugten Eisens auf gleiche Weise sehr abweichend. An einigen Orten glaubt man die geringe Qualität des Eisens aus der Beschaffenheit der Erze selbst, die kieselhaltig sind, herleiten zu können, indem man glaubt, die erhitzte Luft erleichtere die Verbindung des Roheisens mit dem Silicium, dessen Abscheidung sodann beim Verfrischen viel schwieriger würde. Ausgedehnte und mit Umsicht

angestellte Versuche werden erst entscheiden, welchen Einfluß die erhitzte Luft bei Anwendung der verschiedenen Materialien und unter Eingreifen der bei jeder Hütte verschiedenen Nebenumstände habe. In England soll man von der Anwendung der erhitzten Luft für Hohöfen bereits wieder abgegangen sein.

443. Auch in der k. k. österreichischen Artillerie wurden im Jahre 1839 Versuche angestellt, um den Einfluß der erhitzten Gebläseluft auf die Festigkeit des Eisens, mithin auf dessen Anwendung zum Geschützgusse zu erfahren. — Hiezu wurden Kanonenröhre unter verschiedenen Umständen gegossen, nämlich:

Kanonen-röhre	vom ersten Gusse aus Eisen von gewöhnlicher	Gebläse-luft.
	» » » » » » erhitzter	
	» zweiten » » Flossen » gewöhnlicher	
	» » » » » » erhitzter	

Die damit angestellten Versuche waren: a. Ein Schießversuch zur Prüfung der Ausdauer der Zündlöcher und Bohrungen. b. Versuche über die Festigkeit der aus den verschiedenen Eisengattungen erzeugten Röhre durch gewaltsames Zersprengen derselben, und c. Versuche über die absolute und relative Festigkeit durch Zerreißen und Zerbrechen von Stangen, die bei jedem Geschützgusse von passenden Abmessungen gegossen, theils auch aus dem Geschützangusse geschnitten waren.

In Bezug des ersten Punktes zeigte sich die größte Zündlocherweiterung bei jenen Geschützen, deren Eisen mit erhitzter Gebläseluft dargestellt worden war; in Bezug auf die Ausdauer der Bohrungen erschien der gemachte Versuch zu wenig ausgedehnt, um den Einfluß richtig beurtheilen zu können. — Bei Vergleichung sämmtlicher über die Festigkeit der verschiedenen Eisengattungen gemachten Versuche zeigt das bei gewöhnlicher Gebläseluft dargestellte Eisen nach dem Umschmelzen in Flammenöfen die größte Festigkeit; diesem sehr nahe stehet dasselbe nach dem ersten Gusse; eine etwas geringere Festigkeit gegen die zersprengenden Kräfte zeigte das Eisen vom zweiten Gusse, aus Flossen bei erhitzter Gebläseluft dargestellt (gegen die zerbrechenden Kräfte zeigten sich letztere beide Gattungen beinahe gleich); endlich das Eisen vom ersten Gusse und erhitzter Gebläseluft zeigte eine beträchtlich geringere Festigkeit. — Für den Elasticitätsgrad der verschiedenen Eisengattungen zeigte, unter Beseitigung einer auffallend statt gefundenen Anomalie, das Eisen vom zweiten Gusse einen Vortheil gegen das andere. — Die Dichte anbelangend, fand man bei dem Eisen vom

warmen Winde und ersten Gusse eine auffallend geringe, während die beiden Gattungen vom zweiten Gusse etwas größere, beinahe gleiche, hingegen das Eisen vom ersten Gusse und kaltem Winde die größte Dichte hatte. — Eben so zeigte der Befund der versuchten Geschütze beim Bohren bei dem dichtesten Eisen den größten Härtegrad, so daß einigermaßen aus dem beim Bohren gefundenen Härtegrad auf die Festigkeit des Eisens geschlossen werden kann.

Diesen Versuchen zu Folge wurde die Anwendung des bei heißem Gebläse dargestellten Eisens für den Geschützguß gänzlich untersagt, und zugleich angeordnet, daß derselbe für die gewöhnlichen Fälle in Zukunft bloß aus dem Flammenofen statt finden solle, wozu die von dem Gußwerke nächst Maria-Zell zu beziehenden Flossen, in Gegenwart eines dahin beorderten Officiers, bei gewöhnlicher Gebläseluft darzustellen sind. Zu diesem Ausspruche sah man sich um so mehr veranlasset, da schon frühere Versuche dargethan hatten, daß für Festungen sowohl die Feld- als Batteriegeschütze, von den Abmessungen der metallenen Röhre, aus Eisen und zwar vom zweiten Gusse mit Vortheil dargestellt werden könnten, da derlei gegossene Röhre bei diesen Versuchen (in den Jahren 1827 und 1828) unter allen Umständen und selbst bei der Temperatur von — 13 ½° hinlänglichen Widerstand leisteten.

Darstellung des Stabeisens.

444. Nach dem Vorhergehenden wird bei der Abscheidung des Eisens aus seinen Erzen stets schmelzbares Eisen, Roheisen dargestellt, wenn es auch nicht zu Gußwaaren bestimmt ist, theils um die Abscheidung desselben vollständiger zu erreichen, theils um den unausgesetzten Betrieb des Hohofens zu bewerkstelligen; das erhaltene, in allen seinen Arten spröde Roheisen wird sodann in hämmerbares Stabeisen, Schmiedeeisen, umgestaltet. Der Proceß, durch welchen dieses geschieht, heißt der Frischproceß; er bestehet in der Abscheidung des Kohlenstoffs sowohl aus dem Roheisen, als auch der übrigen von demselben aufgenommenen Stoffe, Silicium, Schwefel, Phosphor, Mangan, Calcium u. s. w. Zu diesem Zwecke schmilzt man das Roheisen und läßt Sauerstoff auf dasselbe einwirken, entweder frei, wie er in der atmosphärischen Luft durch das Gebläse zugeführt wird, oder gebunden, wie er im Eisenoxyde (im Hammerschlag), in basischen Eisenoxydulsilicaten (Garschlacke) enthalten ist; hiedurch bildet sich Kohlenoxyd- und schwefligsaures Gas, welche entweichen, ferner Kieselsäure, Phosphorsäure, welche mit den gleichzeitig entstehenden Oxyden der

Erdenmetalle, so wie mit dem daraus hervorgehenden Eisenoxydule in Verbindung treten und eine Schlacke (Frischschlacke) geben. Bei vorhandener beträchtlicher Menge von Phosphor im Roheisen kann mit Vortheil Kalk zugesetzt werden, um die Oxydation des Phosphors zu befördern. Eine vollständige Trennung der genannten fremden Stoffe wird durch den Frischproceß nicht erreicht, auch nicht einmal beabsichtiget, indem das Eisen für manche Anwendung sogar weniger tauglich werden würde; etwas Kohle enthaltendes Eisen besitzt nämlich eine weit größere Härte und Festigkeit, als das völlig reine Eisen, und ist doch vollkommen hämmerbar. Da ferner die gänzliche Umwandlung des Roheisens in Stabeisen nicht während des geschmolzenen Zustandes desselben vollendet, sondern da es in dem Grade, als es in diese Modification übergehet, immer unschmelzbarer wird, so kann, man mag die steife Masse noch so sehr durch einander kneten, in dem hervorgegangenen Stabeisen die vollkommenste Gleichartigkeit doch nicht erreicht werden. — Das Frischen des Roheisens geschieht entweder auf Herden mit Holzkohlen und unter Anwendung eines Gebläses, Herdfrischen oder in Flammenöfen durch die Flamme von unverkohltem Brennmateriale, bei natürlichem Luftzuge, Frischen in Flammenöfen oder Puddlingsfrischen, Puddeln. — Gleich im Zusammenhange mit diesem chemischen Theile der Procedur wird die mechanische Bearbeitung, das Ausrecken des hiedurch in den schmiedbaren Zustand versetzten Eisenklumpens bis zu einem gewissen Grade vorgenommen. Dieses geschieht beim Herdfrischen gewöhnlich unter Wasserhämmern, beim Puddlingsfrischen unter Walzen, daher sich diese zur mechanischen Bearbeitung nothwendigen Vorrichtungen in demselben Hüttengebäude gleich neben dem Frischherde oder Puddlingsofen angebracht befinden.

445. **Das Frischen in Herden.** Die Beschaffenheit des Roheisens hat einen großen Einfluß auf die Dauer und den Gang des Frischprocesses. Das weiße Roheisen, welches schon durch bloßes Glühen an der Luft, selbst unter einer Decke von Kohlenstaub, seine Roheisennatur zum Theil verliert, geht bei der Schmelzhitze nicht plötzlich aus dem starren in den flüssigen Zustand über, sondern bildet vorerst eine erweichte, teigartige Masse und kann als solche durch die Einwirkung des Sauerstoffes leicht auf den gehörigen Grad der Entkohlung gebracht werden. Das graue Roheisen hingegen erfährt die Einwirkung des Sauerstoffes wohl auch auf den chemisch gebundenen Antheil des Kohlenstoffes, keineswegs aber so leicht auf den mechanisch ausgesonderten Graphit, welchen es so hartnäckig zurückbehält, daß eher die ganze Masse des Eisens oxydirt, ehe derselbe

ganz entfernt ist. Der Umstand, daß diese Eisengattung nicht eines solchen Mittelzustandes fähig ist, wie das weiße, sondern plötzlich aus dem starren in den tropfbaren Zustand übergeht, wozu es auch eine höhere Temperatur bedarf als jenes, und daß die schnell herabfließenden Tropfen eben so schnell sich mit der geschmolzenen Masse am Boden vereinigen, bewirkt, daß es bei der verhältnißmäßig verminderten Oberfläche keine bedeutende Veränderung erleidet. Dieser plötzliche Uebergang des grauen Roheisens in den vollkommen flüssigen Zustand ist auch Ursache, daß bei Anwendung sauerstoffhaltiger Substanzen, wie sie entweder absichtlich zugesetzt werden oder durch Einwirkung des Windes auf das Eisen entstehen (Eisenoxydulsilicate), das graue Roheisen dennoch immer mehr Zeit und Kohlen erfordert, und einen viel größeren Eisenverlust verursachet, als das weiße.

Aber nicht alle Arten des weißen Roheisens zeigen im gleichen Maße die genannte Eigenschaft, zwischen dem Weich- und Flüssigwerden den erforderlichen Mittelzustand längere Zeit zu behalten. Je mehr nämlich der Kohlegehalt im Eisen zunimmt, desto näher an einander rücken die Temperaturgrade für das Weich- und Flüssigwerden, daher es schwierig ist, die Temperatur so zu erhalten, daß nicht ein Erstarren oder ein tropfbarer Zustand eintritt. Am anwendbarsten ist das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalte, welches sich lange vorher erweicht, ehe es schmilzt. Ist daher die Abscheidung der Kohle der einzige Zweck der Frischarbeit, so wird das weiße (garschmelzende) Roheisen zum Verfrischen das anwendbarste sein. Handelt es sich aber auch darum, die fremdartigen Bestandtheile desselben abzuscheiden, so würde man bei der Umwandlung desselben, dem schnellen Gange des Processes entgegen zu arbeiten, und den Uebergang in Stabeisen zu verzögern, gezwungen sein, um ein fehlerfreies Product zu erzielen; hiedurch würde ein größerer Aufwand an Zeit und Kohlen, so wie ein beträchtlicherer Verlust an Eisen herbeigeführt werden, als wenn man gleich rohschmelzendes, d. i. plötzlich in den flüssigen Zustand übergehendes Eisen anwenden würde. Aus dieser Ursache wird man nur bei gutartigen Erzen, und bei Anwendung von Holzkohlen den Gang des Ofens so einrichten, daß man weißes Roheisen zum Verfrischen erziele; bei der Schmelzung mit Coaks hingegen, die roh- oder kaltbrüchiges Eisen zu geben geneigt sind, wird man graues Roheisen zu erblasen suchen, mit welchem sodann ein Vorbereitungsproceß vorgenommen werden muß, wodurch man es in weißes umzuändern sucht. Da aber selbst bei leicht reducirbaren Erzen und leichtflüssigen Beschickungen die verschiedenen Verhältnisse beim Betriebe der Schmelzöfen nur selten zulassen, Roheisen mit geringem Kohle-

gehalte zu erzeugen, so wird man in der Regel graues, im Frischprocesse mehr roh- als gargehendes Roheisen anwenden, die Vorbereitung desselben aber den ökonomischen Verhältnissen anpassen, und daher häufig sich bloß auf ein Weißmachen, ohne Verminderung des Kohlegehaltes des Roheisens beschränken, was durch Ablöschen des aus dem Schmelzofen rinnenden Roheisens mit Wasser, oder vollständiger durch Granuliren geschieht.

Andere Methoden, womit zugleich eine Verminderung des Kohlegehaltes oder die Entfernung anderer bei strengflüssiger Beschickung aufgenommener fremdartiger Stoffe verbunden sind, und welche daher einen viel besseren Erfolg für den Frischproceß bedingen, sind folgende: das Scheibenreißen, auch Blattelheben, unmittelbar beim Schmelzofen durch Begießen mit Wasser, und darauf folgendes Rösten oder Cementiren mit atmosphärischer Luft, Braten, wodurch der Kohlegehalt des durch erstere Operation weiß gemachten Roheisens vermindert wird, ohne auf den Siliciumgehalt zu wirken, daher auch nur Roheisen mit wenig Silicium, also das aus leichtflüssigen Beschickungen erblasene hiezu genommen werden kann; das Braten der Flossen oder Blattelheben geschieht in eigenen Oefen oder Herden, in der Rothglühhitze durch 12 bis 15 Stunden. — Das Umschmelzen des grauen Roheisens in einem besondern Schmelzherde bei Holzkohlen, Hartzerrennen und Scheibenreißen des eingeschmolzenen Roheisens, Blattelheben am Zerrennherd. Dieses Niederschmelzen vor der Form, was schnell mit scharfem Winde und ohne Zuschlag geschieht, hat weniger zum Zweck, den Kohlengehalt des Eisens zu vermindern, als das Mangan und Silicium zum Theil abzuscheiden, daher diese Methode in Verbindung mit dem Braten ein sehr gutes Product liefert. — Füttern des Ofens oder Weißmachen des grauen Roheisens, unmittelbar im Untergestelle des Schmelzofens durch Einwirkung reiner Eisenerze auf die flüssige Roheisenmasse. Zwar wird das Füttern mehr dazu angewendet, um einen Theil der Kohle abzusondern, und halbirtes Roheisen zur Gießerei zu erhalten (413.); jedoch kann man es so oft wiederholen, daß man luckiges weißes Roheisen erhält, das sich kaum abstechen läßt. — Läutern oder Destilliren, ebenfalls im Untergestelle des Schmelzofens durch einen auf die Oberfläche desselben geleiteten Windstrom des Gebläses.

446. Das Frischen im Herde wird in der Feuergrube eines größeren Herdes ausgeführt, in welche der Windstrom des Gebläses geleitet wird. Diese Feuergrube, auch Feuerherd genannt, eine vierseitige Vertiefung, wird durch gußeiserne Platten gebildet. Fig. 72, 73 u. 74. Es gehören hiezu eine Bodenplatte, der Boden, Frischboden, a, und vier Seitenplatten, Frischzacken, wovon der sogenannte Formzacken b an der Gebläseseite, der Gichtzacken c dem genannten gegenüber steht, der Schlackenzacken d mit der Oeffnung zum Schlackenablassen die Grube von vorne, und der vierte endlich, der Hinterzacken e, von der

gegenüberstehenden Seite begrenzt; auf letzterem steht noch eine Platte, der Aschenzacken f, über die Grube heraus, die nur zum Zusammenhalten der aufgeschütteten Kohlen dient, und nebstbei verhindern soll, daß die von der Flamme mitgerissene Asche nicht in den Herd zurückfalle. Die Entfernung der Vorderseite vom Hinterzacken heißt Länge, die von der Formseite bis zum Gichtzacken Breite des Herdes; erstere beträgt 32″, letztere 24 bis 26″. Unter dem Frischboden befindet sich eine ausgemauerte Oeffnung (Tümpelloch), durch welche Wasser geleitet werden kann, um dadurch den Boden abzukühlen, was gewöhnlich nach Beendigung des Frischprocesses geschieht.

Wichtig für den Gang des Frischens ist die Stellung der Frischzacken, von denen sich gewöhnlich Gicht- und Hinterzacken aus dem Herde, der Formzacken aber in den Herd neigen. Der Boden ist meistens horizontal, bei sehr rohschmelzendem Eisen jedoch mit einem Falle von 1 Zoll, von der Form bis zum Gichtzacken; besonders einflußreich ist die Lage oder Richtung der Form und der Düse. Die Form g liegt, wie es durch die Neigung des Formzackens begünstiget wird, vom Hinterzacken 9″, vom Boden 8″ (Tiefe des Feuers) entfernt, in etwas geneigter Richtung (Stechen der Form), mit halbrunder oder halbellipsoidischer Oeffnung, 3″ beiläufig in das Feuer hineinreichend, während die Düse selbst in derselben zurückliegt, wodurch sie die Formen kalt bläst, und so gegen das Verbrennen schützt. Da die Düse durch einen ledernen Schlauch mit der Windzuleitungsröhre in Verbindung steht, so läßt sich die Neigung derselben ändern, gleichwie auch der Windstrom selbst durch einen Hahn regulirt werden kann. Fig. 72, 73 und 74 stellen den eben beschriebenen Frischherd vor.

447. Soll nun das Frischen wirklich beginnen, so wird das zu verfrischende Roheisen, gewöhnlich in parallelepipedischer Form von 1½ bis 3″ dicken, 9 bis 10″ breiten und 6 bis 8′ langen Platten, sogenannten Gänzen, sobald der Feuerraum mit feuchter Kohlenlösche und kleinen Kohlen ausgelegt und mit Kohlen gefüllt ist, der Form gegenüber über den Gichtzacken so eingeschoben, daß es vom Windstrom getroffen wird; hierauf werden Kohlen darüber geschüttet, und das Gebläse angelassen. In dem Maße, als das Roheisen abschmilzt, trägt man Sorge, daß die Ganz stets bis auf die gleiche Entfernung von 6 bis 8″ von der Form in den Feuerraum nachgefahren werde. (Einschmelzen des Roheisens.) Das abschmelzende Eisen kommt mit viel vergrößerter Oberfläche mit der Luft in Berührung; der Sauerstoff der Gebläseluft, des hiedurch entstan-

denen Eisenoxydoxyduls, und desjenigen Eisenoxyduls, welches in der Garschlacke enthalten ist, die man beim Einschmelzen zusetzt, oder vom früheren Processe in dem Feuerherde vorhanden ist, wirken oxydirend auf die Beimengungen des Roheisens, die oxydirbarer sind, als das Roheisen selbst. Hiedurch verbrennt ein Theil des Kohlenstoffes, und es bildet sich durch Oxydation der dem Roheisen beigemengten Erdenmetalle, so wie aus dem den Gänzen (auch den Kohlen) anhängenden Sande und aus einem Theile des entstandenen Eisenoxyduls, eine Schlacke (kieselsaures Eisenoxydul, kieselsaures Manganoxydul u. s. w.), welche sehr dünnflüssig, mit rother Farbe fließt, und zu einer schwarzgrauen, metallisch glänzenden Masse erstarrt (Rohschlacke). Diese Rohschlacke muß, da sie das Frischen aufhält, während des Einschmelzens öfters abgelassen werden, ohne jedoch das Eisen ganz davon zu entblößen.

Sobald nun das Einschmelzen des zu einem Frischstücke bestimmten Roheisens (2½ bis 3 Ctr.) beendet ist, und das Gebläse sodann noch einige Zeit fortgewirkt hat, schreitet man zum Rohaufbrechen. War die Operation des Einschmelzens gut geleitet, d. i. fand in der abgeschmolzenen Masse die Entkohlung bis zu einem gewissen Grade statt, so fühlt sich dieselbe wie ein weicher Teig an; ist sie jedoch sehr flüssig, d. i. zu wenig entkohlt, so war der Gang roh, und man sucht demselben durch Garschlacke von dem früheren Frischprocesse (basisch kieselsaures Eisenoxydul) und durch Hammerschlag (Eisenoxydoxydul) abzuhelfen, wobei auch das in demselben befindliche Eisen zu Gute gebracht wird. Ist die Masse hingegen zu dick und steif, d. i. bereits zu viel entkohlt, so daß man mit dem Spieße nicht durchdringen kann, so fand ein zu garer Gang statt; in diesem Falle setzt man wohl auch etwas Roheisen unmittelbar in den Herd oder sucht durch eine größere Tiefe des Feuers und durch Entfernung der Garschlacke zu entgegnen. Sowohl der zu rohe, als der zu gare Gang führen ihre Uebelstände mit sich, weil in dem ersten Falle ein zu großer Abbrand nebst Zeit- und Kohlenaufwand statt findet; im letzteren aber viele fremde Bestandtheile in dem zu schnell gefrischten Eisen zurückbleiben, daher der Frischer sich von dem Gange der Operation nicht nur am Ende, sondern auch während desselben öfters die Ueberzeugung verschaffen muß, indem er schon durch zweckmäßige Windführung den Gang der Frischarbeit modificiren kann. Es bewirket nämlich concentrirter und stark gepreßter Wind schnelles Niederschmelzen, aber nicht Entkohlung, das Umgekehrte erfolgt, wenn der Wind mit geringer Geschwindigkeit und mehr vertheilt wirkt; der horizontale Windstrom entkohlt das gerade niedergehende Eisen mehr, als der geneigte, nach

dem erfolgten Niederschmelzen findet aber das Gegentheil statt. Daraus folgt, rohschmelzendes Eisen braucht einen Wind von geringer Geschwindigkeit in mehr geneigter Richtung, als garschmelzendes, und die Geschwindigkeit muß überhaupt desto mehr vermindert werden, je rohschmelzender das Eisen ist. Erst später, wenn sich der Kohlegehalt so vermindert hat, daß es im hohen Grade strengflüssig geworden ist, wird ein heftiger Windstrom noch die Abscheidung des letzten Antheils der Kohle befördern.

Um nun roh aufzubrechen, entblößt man nach abgelassener Schlacke das eingeschmolzene Eisen von den Kohlen, und hebt es mittelst Brechstangen in die Höhe, wobei es sich bei gehörigem Gange in 3 bis 4 Theile zertheilen läßt. Diese aufgebrochenen Stücke oder auch der ganz gebliebene Klumpen wird nun wieder über die neu in den Feuerraum geschütteten Kohlen so gebracht, daß die vor dem Aufbrechen nach oben gekehrte Fläche nun auf die Kohlen, der bei der Gicht aufgebrochene Theil aber an die Formseite gelegt wird, während der der Form vorher zugekehrte und dem Luftstrome am meisten ausgesetzte, mithin vorzüglich entkohlte Theil an die Gichtseite oder bei gar zu großer Gare selbst über die Form geschafft wird, um ihn erst bei dem folgenden Aufbrechen mit niedergehen zu lassen. — Die aufgebrochene Masse wird jetzt noch einmal niedergeschmolzen, indem man stärkeren oder schwächeren Wind anwendet, und mehr oder weniger garende Zuschläge gibt, je nachdem man das Eisen mehr oder weniger gar niedergehen zu lassen die Absicht hat. Sollte sich hierauf das Eisen noch zu roh im Herde befinden, nämlich nicht zu einem Klumpen geballt haben, so wird das Rohaufbrechen ein zweites- und selbst ein drittesmal wiederholt. Auch die röthlichweiße oder rothe Farbe des Eisens im Herde deutet auf den rohen Zustand und auf die Nothwendigkeit, noch einmal roh aufzubrechen; erst das Erscheinen der gelblichweißen Farbe und das Auswerfen weißer Funken sind die Anzeichen, daß zum Garaufbrechen geschritten werden darf.

Soll nun gar aufgebrochen werden, so wird das bereits stark entkohlte Eisen in die Höhe über die Form gehoben und auf die glühenden Kohlen gelegt, welche schon früher, um keine Abkühlung herbeizuführen, in großer Menge aufgeschüttet wurden, und bei dieser Manipulation in dem Feuerraume theils selbst unter die Eisenklumpen fallen, theils hineingeräumt werden; auf dasselbe hingegen werden frische Kohlen aufgeschüttet, die sich schon noch eher vollständig entzünden, ehe sie bis zur Form niedersinken. Hierauf schmilzt man bei verstärktem Winde, also bei höherer Temperatur, die aufgebrochene Masse nochmals nieder, wobei man den Wind

unter dem Eisen wegstreichen läßt. Das Eisen geräth hiebei in eine wallende Bewegung, wird an der Form wieder halbflüssig und bietet auf diese Art dem Winde viele Berührungspunkte dar, wodurch die noch erforderliche Entkohlung beendet wird.

448. Nach beendetem Gareinschmelzen findet sich am Boden des Feuerraumes die gefrischte Eisenmasse, Luppe oder Deul genannt, umgeben von Schlacken; nachdem alle im Herde vorfindig getrennten Stücke an den von Kohlen bloßgelegten Deul gebracht und angeschmolzen sind, wird er ausgebrochen, unter einen schweren Hammer (Aufwerfhammer) gebracht, um die anhängenden oder eingemengten Schlackentheile auszupressen. Zu diesem Ende wird dem Deul durch gehöriges Wenden unter dem Hammer eine fast kubische Form gegeben (gezängt), sodann wird er an seiner oberen und unteren Fläche (in Beziehung auf seine Lage im Herde) geebnet (abgedreht), und endlich mittelst eines Setzeisens, auf das der Hammer schlägt, in 4 bis 6 Stücke (Schirbel) zerschroten, je nachdem der Deul größer oder kleiner war. Diese werden sodann an den Kanten geebnet oder abgerichtet, weißglühend gemacht (gewärmt) und nach bestimmter Ordnung ausgereckt, nämlich der Formschirbel zuerst, der Gichtschirbel zuletzt. Jeder Schirbel wird nun zur Hälfte, nämlich von seiner Mitte bis an das eine Ende, auf die bestimmten Maßen ausgereckt. Das Ausrecken der andern Hälfte oder des an der ausgeschmiedeten Stange befindlichen Kolbens wird erst unter wiederholtem Anwärmen vorgenommen. Bei dem Erwärmen der Schirbel hat es der Frischer noch in seiner Gewalt, das vielleicht etwas roh gebliebene Eisen, indem er es vorsichtig dem Winde aussetzt, zur völligen Gare zu bringen.

So wie der Deul ausgebrochen ist, wird die Bodenplatte abgekühlt, der Herd von aller anhängender Masse gereiniget, und ein Theil der Garschlacke in demselben gelassen, um sogleich ein neues Einschmelzen zu beginnen. — Mit diesem neuen Einschmelzen verbindet man das gerade erwähnte Anwärmen der Schirbel des vorhergehenden Deuls zum weiteren Ausschmieden derselben zu Kolben und Stücken nach bestimmten Dimensionen, welche nicht zu klein sein dürfen, weil sonst das Einschmelzen verzögert wird, da das erste Rohaufbrechen der folgenden Operation erst nach völlig beendetem Ausschmieden vorgenommen wird.

An manchen Orten läßt man das Eisen, so wie es nach dem Garaufbrechen an der Form niedergeht und gänzlich gefrischt wird, an hineingehaltene eiserne Stangen bis zu einer gewissen Dicke sich ansetzen (im Gewichte von 16 bis 20 Pf.), und schmiedet jede so erhaltene Masse zu einer Stange aus;

man nennt dieses Verfahren Anlaufenlassen. Das so erhaltene Anlaufeisen ist von vorzüglicher Güte; die auf den Boden gelangende Eisenmasse hingegen, welche so wie oben angeführt wurde, ausgebrochen und unter den Hammer gebracht wird, ist niemals von so guter Qualität.

Die beim Frischprocesse entstehenden Abgänge sind: Rohschlacke in der ersten Periode des Einschmelzens ($\frac{1}{3}$ Silicat), welche nach dem Rohaufbrechen weniger reich an Kieselsäure ist, und endlich um so weniger davon enthält, je mehr das Eisen sich der Gare nähert, wo sie zuletzt zur Garschlacke wird, deren Zusammensetzung mehr oder weniger annähernd dem $\frac{1}{6}$ kieselsauren Eisenoxydule entspricht (78 bis 90 Proc. Eisenoxydul enthaltend); ferner Swahl, nicht mehr verglaste, sondern nur zusammengesinterte Garschlacke, die sich im Herde sammelt und beim Ausbrechen des Deuls von demselben abgestoßen wird; endlich Hammerschlag vom Schmieden, welcher so wie Swahl und Garschlacke beim Frischen benützt wird. — Die weniger rohen Frischschlacken (da sie selbst 40 bis 50 Proc. Eisen enthalten) werden im Hohofen mit einer Beschickung von Kalk zu Gute gebracht, und man gewinnt dabei auf diese Art 30 Proc. Roheisen und darüber.

Ein Frischfeuer liefert bei ununterbrochener Arbeit wochentlich 50 bis 60, unter günstigen Umständen wohl auch 80 Ctr.; der Abgang ist 25 bis 28 Proc., d. h. 100 Gewichtstheile Roheisen liefern 75 bis 72 Gewichtstheile Stabeisen. Der Bedarf an Kohle ist für 1 Ct. Stabeisen nahe 20 Kb.F.

449. Das hier geschilderte Verfahren ist das der deutschen Frischarbeit, worauf sich alle andern Frischmethoden zurückführen lassen, indem sich dieselben häufig auf eine bestimmte Beschaffenheit des Roheisens beziehen, oft auch nur in der Gewohnheit der Arbeiter ihren Grund haben. Von den vielen Modificationen, deren Beschreibung außer dem Zwecke dieser Abhandlung liegt, soll nur von der steierischen Einmalschmelzerei gesprochen werden.

Die steierischen Einmalfrischschmiede verarbeiten leicht zu frischendes Roheisen, welches über und vor der Form langsam niedergeschmolzen und nicht aufgebrochen wird. Das Garen des Eisens befördert man nach Umständen durch garende Zuschläge in der Periode des Schmiedens. Der Feuerherd hat Boden- und Frischzacken, ist gewöhnlich 30″ lang, 24″ breit und 20″ tief, jedoch wird der ganze Raum so mit Kohlenlösche ausgefüllt, daß nur eine Grube von 12 bis 14″ Durchmesser und 8 bis 9″ Tiefe übrig bleibt, weßhalb man auch statt des aus eisernen Platten zusammengesetzten Kastens ausgemauerte und mit Kohlenlösche ausgefütterte Gruben anwendet. Die Form sticht gewöhnlich sehr stark, selbst unter 25 bis 30°, doch hängt dieses allein von der Gewohnheit und Ueberzeugung der Frischer ab.

Das Roheisen wird nicht in Gestalt von Gänzen, sondern in Stücken zerschlagener Scheiben oder Platten angewendet, von welchen 1½ bis 2 Ct. (die zu jeder Luppe oder zu jeder Einrenn bestimmte Menge) in 3 bis 4 Zangen gepackt und in denselben durch den Spannring festgehalten, so vor die Form gebracht werden, daß sich das abzuschmelzende Roheisen 5″ über, und eben so weit von der Form entfernt befindet. Weil man bei der Gicht keinen Raum zum Nachschieben des einzuschmelzenden Roheisens nöthig hat, und weil auch das Arbeiten mit Brechstangen bei der Gicht hier nicht vorkommt, so sind die Feuer (Weichzerrennfeuer), ähnlich dem Hartzerrennfeuer, auch auf der Gichtseite durch eine lothrechte Mauer geschlossen. Die Arbeit fängt mit dem Ausheizen der Kolben des früheren Processes (Deichel oder Teichel) an, und wenn man bis über die Hälfte des Ausschmiedens gekommen ist, so wird bei der Gicht die erste Zange mit Flossen eingehalten. Wird der Raum im Feuer beim fortschreitenden Ausschmieden größer, so setzt man die zweite Zange bei der Gicht an, indem man die erste bis in die Mitte vorrückt, endlich wird die erste ganz vor den Wind gebracht, die zweite nachgeschoben, und auch die dritte an der Gicht angesetzt. Dieses Nachrücken der folgenden findet auch statt, sobald das Eisen der früheren Zangen eingeschmolzen ist, bis endlich auch die Fassung der letzten Zange vor dem Winde abschmilzt. Ist das Einschmelzen beendet, so wird das Feuer abgeräumt, der Deul ausgebrochen und zerschroten; die Kolben werden sodann zum Ausheizen eingehalten, und die Arbeit für die folgende Zerrenn wird angefangen. — Die Kolben werden sehr häufig beim Ausheizen mit garen Zuschlägen bestreut, wodurch das zunächst befindliche Roheisen zugleich zur Gare gebracht wird. Das Ausschmieden der starken Stäbe geschieht unter dem sogenannten Groß- oder Weichzerrennhammer, das weitere Ausschmieden zu feineren Sorten unter einem besondern Reck- oder Streckhammer.

Diese Frischmethode erfordert, wie schon angeführt, ein sehr leicht garendes Roheisen, daher man auch nur die luckigen Flossen anwendet; liefert diese der Blaofen nicht, sondern fallen dieselben blumig aus, so muß ein Glühen oder Braten vor dem Verfrischen statt finden.

Zu den verschiedenen Abänderungen, welche man in den letzten Jahren beim Frischen des Eisens, theils versuchsweise, theils an manchen Orten wirklich vorgenommen hat, gehört vorzüglich das Glühen des Roheisens vor dem Frischprocesse, und die Anwendung der erhitzten Luft zur Speisung des Frischfeuers, wozu in beiden Fällen die sonst unbenützt davon gehende Wärme des Frischfeuers angewendet wurde. Zu diesem Zwecke brachte man über das Frisch-

feuer eine überwölbte Herdsohle an, ähnlich einem kleinen Flammenofen, durch welche die heißen Gasarten durchziehen; das allda eingelegte Roheisen wird dadurch schon rothglühend, ehe es in den Frischherd selbst gebracht wird, wodurch das Einschmelzen beschleunigt und Zeit- und Brennmaterialersparung entsteht. — Auf gleiche Weise wird auch die Luft, indem sie durch Röhren durchgeleitet wird, erwärmt, ehe sie in den Frischherd gelangt, wobei zugleich durch Hähne die Communication so gesperrt werden kann, daß man auch mit kalter Luft zu arbeiten im Stande ist, welche Wechslung an manchen Orten während der verschiedenen Perioden des Frischens wirklich statt findet.

Auch zum ferneren Anwärmen des feiner auszureckenden Eisens hat man die Benützung dieser verloren gehenden Hitze angewendet, wodurch die besonderen Wärmfeuer für die Reckhämmer erspart werden.

Benützung der Stabeisenabgänge. Die gewöhnlichste Benützung der bei der Verarbeitung des Stabeisens zu Draht, Blech und sonstigen Fabriksartikeln entstehenden Stabeisenabgänge besteht darin, dieselben in Packete zusammen zu binden, in den Schweißofen zu geben, und sodann unter den Walzen, oder unter dem Hammer zusammenzuschweißen und auszuarbeiten. An manchen Orten wird das so gewonnene Eisen, als sehr gut, zur Erzeugung von eisernen Achsen verwendet. An anderen Orten sucht man die Eisenabfälle in dem Augenblicke, wenn der Deul im Frischherde gar eingegangen ist, an denselben anzuschweißen; dieses Verfahren gestattet keine große Ausdehnung, da jedesmal nur wenig Eisen in den Herd gebracht werden kann. Empfehlenswerther ist es, Blechabgänge beim Frischen des Eisens in Flammenöfen zuzusetzen, wenn das Feineisen sich zu erweichen beginnt.

450. Frischen in Flammenöfen, Puddlingsarbeit. Zum Verfrischen auf diesem Wege eignet sich am meisten das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalte (luckiges oder blumiges), welches lange in dem Mittelzustande zwischen dem starren und flüssigen bleibt, und leicht bei mäßiger Hitze und geringem Luftzutritte ohne oxydirende Zuschläge entkohlt werden kann, ohne bei vorsichtiger Behandlung eine Verschlackung zu erleiden. Dieses Eisen ist zugleich reiner von fremden Beimengungen und gibt daher ein besseres Stabeisen. Da es unmittelbar aus dem Hohofen nicht leicht erlangt werden kann, so muß man gares Roheisen mit großem Kohlegehalte von leichtflüssiger Beschickung anwenden und demselben vorher einen Theil seines Kohlegehaltes durch eine Vorbereitungsarbeit, im Feineisenfeuer, entziehen, um es dadurch dem Zustande des luckigen Roheisens zu nähern. — Die Anwendung von Frischschlacken macht es jedoch möglich, sich auch des grauen Roheisens ohne sonstige Vorbereitung zu bedienen (Schlackenfrischen). Diese Methode ist zwar einfacher und erfordert weniger Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit des

Arbeiters, steht aber deshalb im Nachtheile, weil sie schlechteres Eisen liefert, da der gebundene Sauerstoff der Frischschlacken die Oxydation der fremdartigen Bestandtheile des grauen Roheisens nicht kräftig genug bewirken kann.

Die erwähnten Feineisen- oder Raffinirfeuer haben Aehnlichkeit mit einem Frischfeuer. In einen länglich vierseitigen Herd, der an den zwei langen Seiten mit mehren Formen (vier, auch selbst sechs) für das Gebläse versehen ist, werden 20 bis 25 Ct. des zum Weißmachen bestimmten Roheisens in Flossen von 90 bis 100 Pf. eingetragen und niedergeschmolzen, wobei man an manchen Orten auch Glühspan zusetzt und Abfälle vom Walzwerke und Brucheisen aufgibt. Das eingeschmolzene Eisen wird in eiserne Formen zu 2 bis 2½″ dicken Platten abgestochen und plötzlich zum Erstarren gebracht; die sich hiebei ergebende Schlacke hat im Allgemeinen die Zusammensetzung der Rohschlacke im deutschen Frischherde. Das auf diesem Wege von dem größten Theile des Siliciums, Phosphors und Mangans befreite Roheisen, Feineisen genannt, welches desto vollkommener ist, je mehr es sich dem Zustande des luckigen Flosses nähert, wird nun in den zum Verfrischen bestimmten Flammenofen, Puddlingsofen, eingetragen.

451. Diese Puddlingsöfen haben im Allgemeinen die Einrichtung der zum Umschmelzen des Roheisens angewendeten Oefen. Sie bestehen nämlich aus einem überwölbten Herde, der durch die Feuerbrücke (welche auch aus Eisen hohl gegossen wird, damit durch dieselbe ein fortwährender Strom von kaltem Wasser geleitet werden kann) von dem Roste getrennt ist, welch letzterer im Verhältnisse zum Herde eine beträchtliche Ausdehnung haben muß, um eine sehr hohe Temperatur hervorzubringen. Der Herd steht, so wie dort, durch den Fuchskanal mit der Esse in Verbindung, die zur Beförderung des Luftzuges 35 bis 50′ hoch ist, und zu dessen Unterbrechung mittelst einer Klappe verschlossen werden kann. — Das eigentliche Brennmateriale für Puddlingsöfen (so wie auch für die später zu erwähnenden Schweißöfen) sind die Steinkohlen. Der Proceß wird jedoch auch an vielen Orten mit künstlich getrocknetem oder gedörrtem Holze ausgeführt, in welchem Falle die Dimensionen der einzelnen Theile des Ofens, so wie auch das Verhältniß derselben gegen einander sich in etwas ändern.

Die schlechte Beschaffenheit des bei Coaks in Herden gefrischten Eisens, so wie der besonders große Abgang, den das Roheisen dabei erleidet, verbunden mit dem zunehmenden Holzmangel, gaben in England die erste Veranlassung,

daß man nach Einführung des Coakhohofenbetriebes, nach und nach auch bedacht war, das Verfrischen des Roheisens bei Steinkohlen durchzusetzen, dabei aber der nachtheiligen Einwirkung zu begegnen, welche Steinkohlen und die daraus dargestellten Coaks, (wenn auch letztere in geringerem Maße) durch ihre Schwefelverbindungen, auf das zu frischende Eisen ausüben. In Folge dessen darf das Eisen nicht unmittelbar mit dem Brennmateriale, sondern nur mit der Flamme desselben, mit den verbrennenden Gasen, in Berührung kommen.

Die eiserne Herdplatte ist entweder mit Frischschlacke und Schmiedesinter beschüttet, oder mit reinem Quarzsande bedeckt, welche Masse durch die starke Erhitzung so zusammenbackt, daß die Oberfläche derselben glatt gestrichen werden kann. — Durch die Einsetzthüre, welche zwar nach auf- und abwärts mittelst eines Gegengewichtes leicht beweglich sein muß, dessen ungeachtet aber auch so fest anschließen soll, daß keine Luft von außen einströmen kann, werden 300 bis 350 Pf. Eisen in Form von 2 bis 2½″ dicken Platten oder Ziegeln eingetragen, und bei lebhaftem Feuer und Luftzuge rasch erhitzt, bis das Eisen weich und breiartig wird. Sobald der Arbeiter durch das Spähloch, eine Oeffnung von 1″ Durchmesser, in der übrigens geschlossenen Einsetzthüre, das Eintreten dieses Zeitpunktes bemerkt, beginnt die eigentliche Rühr- oder Puddlingsarbeit. Das Eisen wird nämlich mit hakenförmigen Werkzeugen über den ganzen Herd gleichförmig ausgebreitet, gewendet, zertheilt und auf diese Art fortdauernd umgearbeitet. Während dieser Arbeit ist die Einsetzthüre, bis auf die Arbeitsöffnung, eine Oeffnung 5″ im Quadrate, durch welche die Rührwerkzeuge durchgesteckt sind, so wie auch die Klappe auf der Esse völlig geschlossen und nur das Schürloch mehr oder weniger geöffnet, um den Luftzutritt möglichst schwach zu machen, wodurch die Verschlackung unbedeutend, die Entkohlung aber vollständig wird, in der Voraussetzung, daß auch durch die angemessene Temperatur der breiartige Zustand des Eisens hinlänglich lang unterhalten wird. Der Kohlenstoff entweicht mit dem Sauerstoffe verbunden als Kohlenoxydgas, das in Gestalt bläulicher Flämmchen verbrennt, wobei ein deutliches Aufkochen der breiartigen Masse bemerkbar ist. Bei fortgesetzter Arbeit wird das Eisen immer zäher und steifer, so daß das Zertheilen, Wenden, Durchschneiden und Durcharbeiten der Masse immer schwieriger wird; die röthliche Farbe des Eisens wird hiebei immer lichter, und dieses im Verhältnisse, als die blauen Flämmchen weniger zum Vorscheine kommen. Die Beendigung des Frischens gibt sich durch einen trockenen, gewissermaßen sandigen Zustand zu erkennen, indem es den Eisentheilchen nur an Hitze fehlt, um sich durch Schweißen zu vereinigen. — Die Frischperiode dauert 40 bis 45 Minuten,

während welcher Zeit der Arbeiter unausgesetzt und angestrengt arbeiten muß, um das Zusammenbacken des noch rohen Eisens zu verhindern, und stets die Oberfläche zu erneuern.

Ist endlich das Ende des Frischprocesses eingetreten, so wird schnelle und starke Hitze gegeben; ist diese erreicht, so werden Esse und Schürloch geschlossen, und es tritt die Schweißperiode ein, d. i. diejenige, in welcher die durch die vorhergehende Arbeit getrennten Theile des Eisens durch die nun verstärkte Hitze zusammenschweißen. Je größer der Hitzegrad nun ist, der dem gefrischten Eisen gegeben werden kann, desto besser wird das Eisen ausfallen, weil es sodann durch beigemengte Eisenoxyd- und Schlackentheilchen am wenigsten verunreiniget wird, und gerade diese Verunreinigungen es ganz besonders sind, die auf die Festigkeit des gefrischten Eisens nachtheilig einwirken, daher auch aus Oefen, in denen sich nicht der größte Grad der Schweißhitze hervorbringen läßt, niemals ein festes und reines Eisen dargestellt werden kann. Die Aufgabe des Frischers besteht nun darin, die ganze Eisenmasse nicht zu einem Klumpen zusammen zu ballen, sondern in mehre kleine, Balls, (6 bis 7), wobei er den letzten mehrmal über den Herd hin und her rollt, um die einzelnen Brocken von getheiltem Eisen aufzunehmen. Uebrigens hängt die Anzahl der zu machenden Balls theils von der Menge des Eisens im Herde, theils von der Bestimmung desselben ab.

452. Wenn man statt des luckigen Roheisens, welches sich zum Verfrischen im Puddlingsofen am besten eignet, graues verwendet, ohne es im Feineisenfeuer vorbereitet zu haben, so setzet man mit demselben die erforderlichen Frischschlacken entweder zugleich oder erst, wenn es flüssig geworden ist, auf den Herd. Hiedurch soll das Eisen in denjenigen Zustand versetzt werden, in welchem sich das weiße Roheisen befindet, wenn es anfängt, weich zu werden. Sollte das Eisen hiebei zu flüssig geworden sein, so benetzt man es mit Wasser, um es abzukühlen. Das geschmolzene Roheisen wird sodann mit der flüssigen Schlacke auf dieselbe Weise durchgearbeitet, wie es mit dem im Feineisenfeuer behandelten Eisen vorgenommen wurde. Man nennt dieses abgeänderte Verfahren auch Schlackenfrischen.

Der größte Theil der bei dem Frischprocesse im Flammenofen sich bildenden Schlacke fließt im Ofen von dem Eisen ab, und kann von Zeit zu Zeit durch eine Oeffnung unter dem Fuchs abgelassen werden, wohin man der Herdsohle eine geringe Neigung gibt. Die Frischschlacke, besonders bei der Anwendung von Feineisen, sollte sich in ihrer Zusammensetzung mehr der Gar- als der Rohschlacke nähern, welches aber bei Oefen, deren Herdsohle

aus Sand bestehet, nicht der Fall ist, weil die Kieselerde derselben mit in die Verbindung tritt, daher sie sich, so wie selbst die Schlacke aus dem Schweißofen, der Rohschlacke nähert.

Die in Flammenöfen gebildeten Balls oder Luppen werden nun der weitern mechanischen Ausarbeitung im Groben unterworfen. Man bringt sie nämlich unter einen Stirnhammer, Zängen der Balls, wo unter Drehen und Wenden nach allen Richtungen ein großer Theil flüssiger Schlacke ausgepreßt und die Eisentheile zusammengeschweißt werden.

Nicht alle Werke bedienen sich der Stirnhämmer; an manchen Orten bringt man die Balls sogleich zwischen die ersten Cannelüren des Präparirwalzwerkes (die man dann auch Zängewalzen nennt), von wo aus sie dann sogleich in derselben Hitze weiter zu flachen Stäben ausgewalzt werden. Allein das Eisen ist nie so gut, als wenn es unter dem Hammer gezähgt worden ist, weil der Druck der Walzen nicht eben so gut, wie die Schläge des Hammers, das Eisen von den Schlacken befreiet und die Eisentheilchen zusammenschweißt.

453. Die auf diesem Wege erhaltene Eisenmasse muß noch immer als ein Gemenge von Eisen mit Eisenoxyd und Schlacke, wohl auch mit nicht hinlänglich entkohltem Eisen angesehen werden, und ist bei weitem nicht mit den Schirbeln, die aus dem im Herde gefrischten Deul unter dem Hammer erhalten werden, zu vergleichen. Die weitere Bearbeitung derselben, so wie sie im Schweißofen und im Walzwerke damit vorgenommen wird, ist daher nicht ein bloßes Ausschweißen und Auspressen der eingemengten Schlackentheile, sondern als eine völlige Beendigung der Frischarbeit anzusehen, weil in der starken Hitze der Schweißöfen wirklich noch ein Theil der abgeschiedenen Kohle durch Cementirung mit der atmosphärischen Luft entfernt wird; deshalb trägt eine wiederholte starke Schweißhitze auch sehr wesentlich zur Verbesserung des Eisens bei, wie sie auch für die feinen Eisensorten angewendet wird, obgleich mehre Schweißhitzen einen größeren Eisenabbrand zur Folge haben.

Die Schweißöfen sind Flammenöfen mit niedrigem, flachem Gewölbe, niederer Brücke und großem Roste. Nach der Gattung des Brennmaterials ändern sich auch die Dimensionen der einzelnen Theile. Ein Schweißofen reicht für 3 bis 4 Puddlingsöfen aus.

Die unter dem Stirnhammer zusammengeschlagenen Balls kommen nach dem Verfahren, das gewöhnlich beobachtet wird, unmittelbar unter das Präparirwalzwerk Fig. 82, B, und werden dort zu flachen Stäben, Millbars, von 1½″ Dicke ausgestreckt. Die Millbars werden mittelst einer von Wasserkraft bewegten Scheere, Fig. 76, in 1½ bis 2′ lange Stücke

zerschnitten; 6 bis 8 derselben, oder so viele, als die Bestimmung des Eisens erfordert, werden in ein Packet über einander gelegt, das Packet in den Schweißofen gebracht, und dann zu einem Stabe ausgewalzt, wobei die Walzen eine Umlaufsgeschwindigkeit von 120 bis 140 Umdrehungen in der Minute haben müssen. Will man Eisen von vorzüglicher Güte haben, so werden die Millbars nicht zu fertigen Stäben ausgestreckt, sondern nur in flache Stäbe, die ebenfalls wieder in Stücke von bestimmter Länge zerschnitten, zu Packeten über einander gelegt und abermals in den Schweißofen gebracht werden, worauf man erst zum Auswalzen des fertigen Eisens schreitet. Bei diesem Verfahren findet zwar ein größerer Aufwand an Brennmateriale statt, allein das Stabeisen wird dadurch von vorzüglicher Güte. Bei dem Ausschweißen der Packete muß eine große Vorsicht angewendet werden, damit sie keine zu geringe Hitze erhalten, aber auch auf der andern Seite nicht verbrennen, welches einen großen Abgang und oft eine gänzliche Herabwürdigung des Eisens zur Folge hat. — Um die bei den Puddlingsöfen durch den Fuchs nutzlos entweichende Flamme zu benützen, hat man sie in einen unter dem Schornsteine angebrachten Anwärmofen geführt, in welchem durch dieselbe die zur Puddlingsarbeit bestimmten Platten, vorgewärmt, d. i. glühend gemacht werden, wodurch der folgende Proceß beschleuniget wird. — An manchen Orten bringt man, sobald die einzelnen Balls im Ofen gebildet sind, den neuen Einsatz durch eine zw ite, zunächst des Fuchses befindliche Thüre in den Ofen, und zieht, sobald der Ofen vom gefrischten Eisen geleert ist, diesen unterdessen glühend gewordenen Einsatz vom Fuchse in die Mitte des Herdes. Auch bringt man zwei Oefen so neben einander an, daß sie eine gemeinschaftliche lange Wand erhalten, in welchem Falle jedoch wegen der zwei abgesonderten Essenschachten, die nothwendig sind, kein so erheblicher Vortheil außer der Raumersparung erwächst, als wenn nur ein einziger größerer Ofen angelegt wird. Endlich hat man nicht ohne günstigen Erfolg zwei Oefen auf die Art hinter einander gelegt, daß die Flamme des Rostes, wenn sie über die Brücke den Herd des ersten Ofens bestrichen hat, sogleich über eine zweite Brücke und über die höher liegende Herdsohle eines zweiten Ofens hinweggehet, und dann erst durch einen Kanal in den Anwärmofen, dessen Sohle wieder etwas höher liegt, gelangt, wonach erst die Communication mit der Esse hergestellt ist.

454. **Weitere Verfeinerung des Stabeisens.** So wie das Stabeisen unmittelbar von dem Frischwerke geliefert wird, sind die Formen und Dimensionen desselben nicht immer diejenigen, welche bei der weiteren Verarbeitung den geringsten Aufwand an Zeit und den kleinsten Abgang

bedingen, und daher die geeignetsten zur Anfertigung der verschiedenartigen Gegenstände wären. Es muß daher auch die weitere Verfeinerung, so wie sie zu bestimmten Zwecken gefordert wird, ebenfalls noch im Großen vorgenommen werden.

Das Ausschmieden des gefrischten Eisens zu Stäben geschieht als unmittelbare Fortsetzung des Frischens im Herde sogleich in den Frischhütten, wie es schon oben angegeben wurde; nur die dünnsten Gattungen desselben werden, um den fortdauernden Gang des Frischbetriebes nicht zu viel zu stören, auf besonderen Hütten durch weiteres Ausstrecken der dickeren, $^{3}/_{4}$ bis $1\,^{1}/_{2}''$ dicken Stäbe (Material- oder Prügeleisen) dargestellt, um hiedurch den Handwerkern Eisen zu liefern, welches zur Anfertigung der geforderten verschiedenartigen Gegenstände das anpassendste ist.

Diese Arbeit wird entweder unter leichten, und um Zeit und Kohlen und auch an Eisen zu gewinnen, unter schnell gehenden Hämmern, Schwanzhämmer, die man dann Reck-, Zain-, Bandhämmer heißt, vorgenommen. Das Anwärmen des Eisens aber geschieht in Essen von gewöhnlicher Bauart bei Holz- oder Steinkohlenfeuerung, zuweilen auch in backofenförmigen Glühöfen, wo der Herd ein Rost ist, und worin das Eisen unmittelbar auf den durch natürlichen Luftzug angefachten Kohlen liegt. Bei Anwendung von Steinkohlen, läßt man diese erst abflammen, ehe man das Materialeisen einträgt. — Nach der Form, die dem Eisen gegeben wird, heißt man es Quadrateisen bei quadratförmigem Querschnitte; bei sehr kleinen Dimensionen, welche bis auf $3'''$ heruntergehen kann, Reckeisen; bei eingekerbten Flächen Kraus- oder Zaineisen; flaches Eisen, dessen Querschnitt ein Rechteck von verschiedenem Verhältnisse der Breite und der Dicke ist (bei sehr geringer Dicke von $1\,^{1}/_{2}$ bis $3'''$, Bandeisen genannt); Rundeisen, mit einem kreisrunden Querschnitte, wobei jedoch, wie beim Façoneisen von verschieden gestaltetem Querschnitte die Bahnen im Hammer und Ambosse durch Gesenke eingelassen und leicht ausgewechselt werden können; z. B. Rundeisen verlangt halbcilindrische Aushöhlung des Hammer- und Amboßgesenkes, halbrundes Eisen nur in dem einen Gesenke. Häufig bekommt jede dieser Eisensorten wieder verschiedene Namen von dem Fabricate, zu dem es vermöge seiner Dimensionen vorzüglich bestimmt ist, z. B. Radreifeisen, Gittereisen u. dgl., auch von der Anzahl Stangen, in der es zu 1 Ct. zusammengebunden in den Handel gesetzt wird, als 4, 5, 6stängiges Eisen.

455. War das Eisen im Flammenofen gefrischt, so wird die weitere Verfeinerung der durch die Bearbeitung unter dem Stirnhammer und zwi-

schen den Präparirwalzen hervorgehenden Millbars oder ausgeschweißten Packete im Stabeisenwalzwerke, so wie es schon oben (444.) erwähnt wurde, vorgenommen, in welches Walzwerk auch die aus der Herdfrischerei hervorgehenden Kolben gebracht werden können. Das gewalzte Stabeisen gewährt nicht nur bei seiner Erzeugung einen sehr beträchtlichen Gewinn an Zeit, sondern es besitzt auch glättere und regelmäßigere Flächen, als das geschmiedete jemals erhalten kann.

Da durch wiederholtes Schweißen und Schmieden das Eisen immer gleichförmiger und zäher wird, so wendet man dieses Verfahren oft an, um die Beschaffenheit des Fabricates zu verbessern. Dieses geschieht entweder, indem vier Kolben oder dicke Stäbe auf einander gelegt, zusammengeschweißt, und das Ganze dann ausgestreckt wird, oder indem man ausgestrecktes Flacheisen kalt zerbricht, und nach Beschaffenheit seines Bruchansehens sortirt, gleichartiges zusammenschweißt und sodann ebenfalls ausstreckt. — Auf diese Art werden die Büchsenbrände (Materialeisen für Gewehrläufe) dargestellt.

456. Blech- und Drahtfabrication. Zur Anfertigung der Bleche wird das Eisen in die für die Größe der Bleche passenden Stücke, Stürze, zerschnitten; diese werden sodann im Flammenofen erhitzt, und zwischen die Blechwalzen eingelegt. Nach mehrmaligem Durchgang derselben durch die Walzen werden sie geglüht, und dann der genannten Operation neuerdings unterworfen, bis sie auf die verlangte Dicke ausgewalzet sind, worauf sie unter die sehr sorgfältig abgedrehten Hartwalzen kommen, um eine glatte Oberfläche zu erhalten. Früher, und zuweilen auch jetzt, werden die Bleche unter Hämmern, Blechhämmern, verfertiget. Eisenblech wird häufig verzinnet (396.); das verzinnte Eisenblech heißt Weißblech, das unverzinnte, wegen der durch Oxydation beim Glühen erlangten dunklen Oberfläche, Schwarzblech. Das größere Schwarzblech führt auch den Namen Sturzblech, doppeltes und einfaches; letzteres, auch Schloßblech genannt, kommt in Buschen zu 50 Pf. zusammengebunden vor, und wird nach Nummern benannt, welche die Anzahl der Tafeln im Buschen ausdrücken.

Gutes Eisenblech muß vollkommen glatt, ohne Schiefer, Löcher und Risse sein, darf beim Biegen nicht stark knattern und muß sich ohne Ecken vollkommen runden; bei schwachem Umbiegen darf es nicht wieder zurückspringen, nur wenn es als hartes Blech verarbeitet werden soll, darf es einen höhern Grad von Elasticität zeigen. Die Ecken und Kanten dürfen nicht eingerissen sein, und müssen sich mehrmal auf und nieder biegen lassen, ohne zu brechen, je nachdem es als hartes oder weiches Blech gelten soll. Beim

Durchschneiden soll das Blech nicht Doppelungen zeigen, d. i. aus zwei unverbundenen Lamellen bestehen. Ist das Blech durch kaltes Ueberhämmern oder Ueberwalzen spröde, so erhitzt man es, indem man es in heiße Asche steckt und läßt es sodann darin abkühlen.

Zur Drahtfabrication kann nur festes zähes Eisen, welches beim Ausziehen dem Zerreißen hinlänglich widerstehet, verwendet werden. Nach den verschiedenen Zwecken, zu denen der Draht bestimmt ist, wählet man härteres oder weicheres Eisen (auch Stahl). Zur Darstellung der gröberen Sorten des Drahtes wendet man Walzwerke an (Stabeisenwalzwerk für Rundeisen); die Walzen derselben, deren drei über einander liegen, haben einen Durchmesser von 8″ und machen 25 Umdrehungen in der Minute. Ein Eisenstück von 1 Q.″ Querschnitt und 2′ Länge wird in ⅔ Minuten, bei einem 10maligen Durchgang, zu einem Draht von 4½‴ Durchmesser und 20′ Länge ausgestreckt, wobei er noch glühend aus den Walzen kommt. Zur Darstellung von Draht von größerer Feinheit wird der nach Vorigem erhaltene Draht ausgeglüht, und dann durch Zieheisen gezogen. Die Zieheisen sind Scheiben aus Stahl (auch aus Eisen und Stahl zusammengeschweißt), in welche Löcher von abnehmender Größe eingebohrt sind. Der zu diesem Zwecke zugespitzte Draht wird in die nächst zukommende Oeffnung des Zieheisens gesteckt und durchgezogen. Dieses Durchziehen geschieht entweder durch Zangen, oder durch um ihre Achse sich bewegende Leiern, auf welche sich sodann der mit einem Ende daran befestigte Draht aufwindet. Nach mehrmaligem Durchgang durch das Zieheisen muß der Draht ausgeglüht werden, was am besten unter Abhaltung des Zutrittes der atmosphärischen Luft geschieht, um die Bildung des Glühspanes zu verhindern; vorhandener Glühspan wird durch Scheuern oder Beizen weggeschafft. Aller künstliche Eisendraht ist blank, indem er nach dem letzten Ziehen nicht mehr geglühet wird; aus eben dieser Ursache ist er aber auch spröde, daher er vor dem Gebrauche gelinde ausgeglüht werden muß. — Der Eisendraht kommt im Handel in Ringen von 5, 10 bis 25 Pf. vor, und wird theils durch Nummern nach dem Grade der Feinheit, theils durch von dem Gebrauche hergeleitete Benennungen unterschieden, wodurch jedoch keine bestimmte Dicke bezeichnet ist, da beide, Benennung und Nummer in verschiedenen Fabriken verschiedene Bedeutungen haben. Derlei Namen sind: Kesseldraht, Riemerdraht, gemeiner Draht, ferner Leuchter-, Nadler-, Schlingen-, Kranz-, Saitendraht u. s. w. und hievon meistens: grob, mittel, fein. — Guter Draht muß von heller Farbe und zackigem Bruche sein; ungeglüht muß er oft hin und her gebogen werden können, ohne zu brechen, wobei er sich auch

nicht spalten darf. Den Durchmesser eines Drahtes mißt man mit einer Drahtklinke, einer Eisenplatte (in der Dicke von 1 Linie), worin die verschiedenen Dicken (mit Nummern bezeichnet) eingeschnitten sind; die dem Drahte entsprechende gibt dessen Stärke an.

457. Die Vorrichtungen, mittelst welcher dem Stabeisen sowohl beim Frischen und Puddeln, als auch bei der nachfolgenden Verfeinerung die äußere Gestalt gegeben wird, sind Hammer- und Walzwerke.

Die Hammerwerke unterscheiden sich nach der Art, wie die in dem Hammergerüste liegenden und in der Regel von Wasserkraft in Bewegung gesetzten Hämmer gehoben werden. Man unterscheidet danach Aufwerf-, Schwanz- und Stirnhämmer.

Die Aufwerfhämmer, Fig. 77 u. 78, sind einarmige Hebel, an deren einem Ende die Hülse c als Drehpunkt, am andern der Hammer h befestigt ist. Die Wasserradwelle d greift mittelst der Frösche oder Daumen e unter den Hammerhelm (Hebelarm des Hammers) ungefähr um ⅓ der Länge des Hammers entfernt, ein. Der Hammer oder vielmehr der Rücken des Helmes schlägt gegen den Reitel a, ein Stück Holz, welches dazu dient, den Hub des Hammers zu begrenzen, und durch das Anschlagen ein desto schnelleres Herabschlagen zu bewirken. Der Amboß ist in einem im Amboßstocke befestigten Gehäuse fest eingekeilt, so daß seine Lage mit der Bahn des Hammers genau correspondirt; auch muß derselbe, so wie das ganze Hammergerüste selbst vollkommen festgestellt sein, daher es viel Holz erfordert, wenn es nicht, wie es in neuerer Zeit geschieht, aus Gußeisen erzeugt wird. Unter den langsamen Schlägen des Aufwerfhammers, welcher 3 bis 5 Ct. wiegt, wird der Deul zusammengepreßt, in Schirbel zerhauen, und auch diese, wenn sie in demselben Frischherde angewärmt werden, zu Kolben ausgereckt. Die weitere Verarbeitung geschieht sodann unter Schwanzhämmern oder im Stabeisenwalzwerke. — Schwanzhämmer, Fig. 79 u. 80, sind zweiarmige Hebel; der Hammer, am Ende des längeren Armes befestiget, wird gehoben, indem die Daumen c einer Welle A den kürzeren Arm niederdrücken; um dieses Niederdrücken zu begrenzen, bringt man den Prellklotz b an, gegen welchen der Schwanzring d schlägt. Sie sind leichter als die vorigen, und haben eine größere Geschwindigkeit bei geringerem Hube. Dem kürzeren Arme gibt man wenigstens ⅓ der Länge des längeren. Die Schwanzhämmer sind von besonderer Wichtigkeit, wenn man größere Gegenstände auszuschmieden hat, wozu Menschenkraft nicht ausreicht, oder zu langsam wirkt, oder zu kostspielig wäre; z. B. Schildpfannen oder deren Deckel, Spindeln zu

Richtmaschinen u. s. w. Zur Ausarbeitung mancher Gegenstände braucht man Hammer und Amboß von bestimmter Form, was durch Einsetzen von Gesenken erreicht wird. — Stirnhämmer, Fig. 81, sind einarmige Hebel; sie unterscheiden sich von den Aufwerfhämmern dadurch, daß sie vorne am Hammer durch die Daumen h des senkrecht dagegen stehenden Rades H gehoben werden. Einer neueren Einrichtung zu Folge, werden sie an einer unten angebrachten Verlängerung des Helmes gehoben, wodurch die mit der vorigen Stellung verbundene Unbequemlichkeit im Zugange zum Amboſſe gehoben ist. Diese bei 60 bis 80 Ct. wiegenden Hämmer braucht man zum Zusammenschlagen der Balls aus dem Flammenofen, ehe dieselben unter die Präparirwalzen gebracht werden.

Walzwerke. Im Allgemeinen bestehet ein Walzwerk aus zwei gußeisernen Cilindern, deren Oberfläche nach der in 400 angegebenen Art hart gemacht ist; sie sind in einem gußeisernen Gestelle, in dem Ständergerüste so über einander gelagert, daß sie leicht in beliebigen Abständen von einander gehalten werden können. Wird zwischen die zwei mit gleicher Geschwindigkeit sich gegen einander bewegenden Cilinder ein Stück Metall gebracht, so wird es, in Folge der an ihrem Umfange statt findenden Reibung gefaßt, hineingezogen und auf der entgegengesetzten Seite hinausgeführt; hat das Metall hinlängliche Geschmeidigkeit, so wird dessen Dicke verringert, was durch Wiederholung des Verfahrens bis zu einem hohen Grade getrieben werden kann. Insbesondere hat man Blechwalzen, Fig. 82, A, zum Auswalzen der Metalle zu Blech, wozu ihre Oberflächen glatt abgedrehet sein müssen. Sie haben verschiedene Durchmesser und Länge, je nachdem sie für ein oder das andere Metall bestimmt sind, und werden danach entweder vom Wasser oder auch nur durch Menschen mittelst einer Kurbel in Bewegung gesetzt. Zur Darstellung des Eisenbleches hat man Walzen von 4 bis 5' Länge und 18 bis 22" Durchmesser. — Präparirwalzen von 4½ bis 6' Länge und einem Durchmesser von 16 bis 18" dienen, um die bei der Puddlingsarbeit erhaltenen Balls auszuwalzen; zu diesem Zwecke haben sie elliptische oder dreikantige Cannelüren oder Einschnitte mit abgerundeten Seitenflächen und Ecken im abnehmenden Verhältnisse der Dimensionen, B, Fig. 82 und 83. Der erste dieser Einschnitte ist mit eingehauenen Riffen versehen, was um so nothwendiger wird, wenn die Balls früher nicht unter dem Stirnhammer bearbeitet wurden (Zängewalzen). In der zweiten Abtheilung dieses Walzwerkes C werden die aus dem ersten hervorgehenden Stäbe dünner, zu starken flachen Platinen ausgewalzt, wozu die Einschnitte ebenfalls von abnehmender Breite und Tiefe sind. Diese

Einschnitte der zweiten Abtheilung sind eingedrehet, während die der ersten Abtheilung gleich beim Gusse hergestellt werden. — Stabeisenwalzwerk, in welchen die starken, flachen Platinen oder Millbars aus dem Präparirwalzwerke, oder die Kolben von dem Hammer zu Stabeisen von verschiedener Form, als Quadrat-, Flach-, Rundeisen ausgereckt werden. Die Walzen hiezu sind von ähnlicher Einrichtung wie die früheren, nur ist ein vollkommeneres Abdrehen derselben und ihrer Einschnitte oder Caliber, deren 12 bis 16 von stufenweise abnehmender Größe angebracht sind, nothwendige Bedingung, um einen sauberen Rund- oder Quadratstab zu erhalten. Für Rundstäbe bilden die Einschnitte, wenn die Walzen correspondirend über einander angebracht sind, Kreise, wie es in Fig. 85 dargestellt ist, für Quadrateisen Quadrate, doch so, daß in jeder Walze ein das halbe Quadrat bildende Dreieck eingeschnitten ist, für Flacheisen hingegen erhält die untere Walze Einschnitte, die obere aber entsprechende, in dieselben eingreifende Rippen, so daß die hiedurch entstehenden Abstände bei gleicher Breite eine abnehmende Höhe haben, wodurch auch die Dimensionen des ausgewalzten Eisens gegeben sind.

Man bringt auch gerne drei gleiche Walzen über einander an, damit das Eisen nicht nach jedem Durchgange dem Arbeiter auf der Vorderseite der Maschine zugereicht werden muß, sondern (zur Zeitersparung) abwechselnd einmal zwischen der unteren und mittleren Walze von vorne nach hinten, und einmal zwischen der mittleren und oberen Walze zurück durchgezogen werden kann, wobei die Stäbe immer gewendet werden müssen, um den durch die kleine Fuge gebildeten Grath ins Innere zu bringen, und dadurch niederzudrücken. Man gibt den Stabeisenwalzen für stärkere Stäbe 10 bis 18″, für dünnere 7 bis 10″ im Durchmesser, und läßt erstere 140, letztere, um das leicht erkaltende dünne Eisen bei voller Hitze auszuwalzen zu können, bei 240 Umdrehungen in der Minute machen.

Fig. 82, A, stellet ein Blech-, B u. C ein Präparirwalzwerk vor; Fig. 83 gibt von letzterem die obere Ansicht, und Fig. 84 die von der Seite des Ständers. D sind die Walzengerüstständer, E Bolzen zum Zusammenhalten derselben, G Schrauben, um das Lagerstück der oberen Walze in bestimmter Höhe zu erhalten, H Spindeln, welche durch die aufgeschobenen Kuppellungsbüchsen K die verschiedenen Theile zu einem Ganzen verbinden; L Kuppellungsräder mit ihren Ständern M, wodurch die Bewegung der untern Walze, die mit dem Wasserrade in Verbindung stehet, auf die obere übertragen wird. Zuweilen hat jede Walze ihr eigenes Wasserrad, oft aber wird die obere Walze nur durch Reibung an der untern in Bewegung gesetzt.

Wenn über zwei, nach Art eines Walzwerkes über einander gelagerten Spindeln, Scheiben von gleicher Breite, aber verschiedenem Durchmesser so aufgeschoben werden, daß an der einen Spindel die erste, dritte und fünfte, und an der andern die zweite und vierte stählerne Scheibe etwas größer im Durchmesser (ungefähr um 4″) sind, Schneiden, als die andern schmiedeisernen, Mittelscheiben, und daß jene nicht nur auf diese treffen, sondern auch um beiläufig $\frac{3}{4}$″ in die Zwischenräume eingreifen, so hat man die wesentliche Einrichtung eines Schneidewerkes; mittelst desselben wird glühend eingelegtes breites Flacheisen in so viele gleich breite Theile geschnitten, als Schneiden vorhanden sind, eine Verfahrungsweise, wodurch die dünnsten Stäbe des Quadrat- und schmalen Flacheisens mit besonderer Schnelligkeit dargestellt werden. In Fig. 86 sind zwei solche für ein Schneidewerk armirte Spindeln vorgestellt.

Zum Zerschneiden starker Eisenstangen und Abschneiden ihrer unreinen Enden hat man durch Maschinenkraft bewegte Scheeren, Fig. 76; die eine Schneide a ist an dem eisernen Ständer b festgeschraubt und daher unbeweglich, die andere ist an dem kürzern Arme des um c sich drehenden Hebels befestiget; der längere Arm desselben wird durch Hilfe der mit der Welle d in Verbindung stehenden ovalen Scheibe f gehoben, wobei eine dazwischen gebrachte Eisenstange von ein paar Zoll Dicke ohne bemerkbaren Ruck zerschnitten wird.

458. **Untersuchung des Stabeisens.** Sobald man sich durch Hilfe der nöthigen Sperrmaße überzeugt hat, daß eine Eisenstange von den zur Ausarbeitung irgend eines Gegenstandes anpassendsten Dimensionen sei, untersucht man dieselbe an ihrem Aeußern, ob sie durchaus rein ausgeschmiedet sei. Stangen, die Schiefer an der Oberfläche, Querbrüche an den Kanten zeigen, werden als Ausschuß behandelt. Eine vollkommen rein aussehende Oberfläche verspricht desto mehr ein gutes Eisen, in je dünnere Dimensionen es ausgearbeitet ist, und schlechte Qualität verräth sich desto mehr, je weiter die Luppe gestreckt wurde. Dessen ungeachtet kann aber auch kaltbrüchiges Eisen, sehr heiß ausgereckt, ein ziemlich gutes Aeußere erhalten. Man unterwirft daher das Eisen einer weitern Probe im kalten Zustande. Hieher gehört Hin- und Herbiegen, Drehen, spiralförmiges Winden, Durchlöchern. — An einigen Orten ist es Sitte, eine Stange nur unter bestimmten Winkeln zu biegen, und die Biegungen zu zählen, bis das Brechen erfolgt, woraus man sodann einen Schluß auf die Art und Güte des Eisens macht; doch ist dieser Schluß sehr relativ, indem geringe Veränderungen in den Dimensionen bedeutende Abänderungen hervorbringen können, auch würde diese Angabe nur für eine Sorte passen, wenn nicht besondere Bestimmungen für weiches, mittelhartes, hartes u. s. w. gegeben werden. Auch kann man eine Stange, nachdem man sie auf $\frac{1}{8}$ ihrer Stärke eingehauen hat, bis zum Brechen biegen, und den Bruch beurtheilen.

Zu den Proben, die man mit dem Eisen in der gewöhnlichen Temperatur noch ferner vornehmen kann, gehören folgende: Man läßt die Eisenstange von einiger Höhe auf einen Amboß mit schmaler Oberfläche fallen, oder man schlägt die zu prüfende Stange, indem man sie an dem einen Ende mit beiden Händen so hoch als möglich gehoben hat, mit aller Gewalt auf den Amboß, daß sie mit dem um $\frac{1}{3}$ ihrer Länge von dem andern Ende entfernten Punkte auftreffe, worauf man sie noch an diesem Punkte hin und her bieget; auch kann man die Stange mit beiden Enden auf feste Unterlagen, mit der Mitte aber hohl legen, und mit einem Hammer von schmaler Fläche darauf schlagen. Wenn das Eisen in diesen Fällen nicht bricht, so ist es ein Zeichen, daß es nicht kaltbrüchig ist; doch muß nicht umgekehrt, wenn es bricht, schlechte Qualität vorausgesetzt werden, da dieser Umstand durch kaltes Ueberhämmern bei sonst gutem Eisen herbeigeführt sein kann. Diese Operation wird häufig mit dem Eisen, um ihm als Handelswaare ein schönes Aussehen zu geben, vorgenommen, macht aber das Eisen härter und spröder, als es sich beim spätern Bearbeiten wirklich zeigt, wenn es durch Erhitzen seine Sprödigkeit wieder verloren hat.

Auch in der Hitze wird das Eisen geprüft, indem man es glühend macht und unter dem Hammer ausbreitet, nach verschiedenen Richtungen dreht, hin und her biegt, spaltet, und die gespaltenen Theile wegbiegt, wobei sich die Spaltung nicht verlängern soll; ferner, wenn man Löcher in dasselbe bohrt (senkrecht auf einander), dasselbe schweißt u. s. w. Bei allen diesen Gelegenheiten soll das Eisen sich nicht splittern oder Risse bekommen, oder diese doch im nachfolgenden Feuer durch Schweißen leicht verlieren. Eine besonders überzeugende Probe ist es, wenn man aus einer Stange einen derjenigen Gegenstände schmiedet, zu welchem die Eisensorte bestimmt ist, und welcher große Schwierigkeit in der Bearbeitung darbietet. — Bei sehr starkem Materialeisen gibt eine Probe, welche immer nur eine Eigenschaft und diese nur an einer Stelle prüfet, keinen genügenden Aufschluß und keine Bürgschaft für die Brauchbarkeit. Wenn solches Eisen nicht durch Zusammenschweißen dünn ausgearbeiteter, früher sorgfältig ausgesuchter Stangen dargestellt worden ist, wobei man ein vorzügliches Materialeisen erwarten kann, so ist es anzurathen, erst die daraus angefertigten Stücke einer Probe zu unterziehen, wie es mit den eisernen Achsen geschieht, die man einer Fallprobe (wie oben) unterzieht.

Darstellung des Stahles.

459. In Bezug des Kohlenstoffgehaltes bildet der Stahl unter unmerklichen Uebergängen die Zwischenstufe zwischen Roh- und Stabeisen;

man kann daher, um Stahl darzustellen, von diesen beiden entgegengesetzten Seiten ausgehen, entweder, indem man dem Roheisen einen Theil seines Kohlenstoffes entziehet, oder indem man dem Stabeisen eine gewisse Menge desselben zuführt. (395.)

Stahlbereitung aus Roheisen. Rohstahl, Schmelzstahl, Mock. Vom größten Einflusse auf die Beschaffenheit des Stahles ist die Qualität des Roheisens. Dasselbe muß möglichst frei von eingemengtem Graphit sein, der nicht eben so leicht an der Verbrennung Theil nimmt, als der chemisch gebundene Kohlenstoff, und zur Entstehung von mürbem Stahle Veranlassung gibt; auch soll es möglichst wenig Kiesel und sonstige die Güte des Stahles beeinträchtigende Beimischungen enthalten. Als das zur Stahlbereitung am besten geeignete Roheisen wird das aus dem Spatheisensteine erblasene, sehr reine Spiegeleisen betrachtet; übrigens wird in manchen Gegenden auch aus grauem Roheisen Stahl bereitet. Die Operation wird in einem, dem Frischherde ähnlichen Herde vorgenommen, und unterliegt, je nachdem roh- oder garschmelzendes Eisen dazu genommen wird, so wie es ein herkömmliches Verfahren mit sich bringt, verschiedenen Abänderungen in der Ausführung, wobei sehr viel auf die praktische Fertigkeit des Arbeiters ankommt. Diese nur bei Holzkohlenfeuer mit gutem Erfolge ausführbare Art der Stahlbereitung stimmt im Wesentlichen mit der für die Darstellung des Stabeisens beschriebenen Frischmethode überein, und unterscheidet sich von derselben durch die frühere Beendigung des Processes, um die das Wesen des Stahles bedingende Menge von Kohlenstoff in dem auf diese Art behandelten Roheisen noch zurück zu behalten. — Ist die Umwandlung des Eisens vor sich gegangen, so wird die Stahlluppe, sobald sie im Herde etwas abgekühlt ist, ausgebrochen, unter dem Hammer in 6 bis 8 Schirbel zertheilt, diese dann einzeln zu quadratischen Stäben von 1¼ bis 1½" Stärke, ausgeschmiedet, und die noch heißen Stäbe sogleich in kaltes Wasser geworfen, abgelöscht. Mit der erkalteten Stange schlägt der Arbeiter sodann auf die Kante eines Ambosses, um den Theil der Stange, der aus hartem Stahle besteht, und daher durch diese geringen Schläge, spröde wie Glas, abspringt, in einzelnen kurzen Stücken zu erhalten, wonach sie sortirt werden. Karsten unterscheidet: a. Zwittereisen, ein stahlartiges Stabeisen, welches besonders zu Radreifen verwendet und in den Streckfeuern zu Stäben ausgearbeitet wird. b. Mock, ein mehr stahlartiges Roheisen, welches zu rohen Schneidewaaren, Beilen, Aexten, Sensen, Sicheln u. s. w. verarbeitet wird, und als roher Stahl in Handel kommt. c. Rauhstahl oder Rohstahl, welcher einer weiteren Verfeinerung unterworfen wird. Die Stahlstäbe nämlich, welche

nach dem Schmieden und Ablöschen nicht brechen, werden, je nachdem ihr Bruchansehen weniger oder mehr stahlartiges Aussehen hat, der ersten oder zweiten Sorte beigerechnet; diejenigen aber, welche leichten Schlägen nachgeben, werden als Rohstahl angesehen.

Vor dem weiteren Raffiniren muß dieser Rohstahl nochmal sortirt werden, wobei allein das Bruchansehen den Anhaltspunkt geben kann. Man macht dabei folgende Sorten: a. Zwickschmiedstahl; dieser gibt nach dem Raffiniren den weichesten Stahl, übertrifft jedoch den Mock an Güte. b. Mittelzeug, ein gewöhnlich guter Stahl. c. Scharsachstahl, der beste, härteste und festeste Stahl. d. Meißelstahl, welcher nur selten und bei einzelnen Bestellungen ausgehalten und ungegärbt, aber eben so theuer als der gegärbte Scharsachstahl verkauft wird.

Eine besondere Art Schmelzstahl ist der Willerstahl oder wilde Stahl, welcher wegen seiner Härte zu Zieheisen für Drahthütten gesucht wird. Die Darstellung desselben geschieht, wie die des gewöhnlichen Rohstahles, nur daß die Masse in dem Augenblicke aus dem Schlackenloche abgestochen wird, wenn sie eben aufzukochen anfängt, welches dem Garwerden vorangehet. Er besitzt neben außerordentlicher Härte weder Geschmeidigkeit noch Schweißbarkeit, und stehet eigentlich in der Mitte zwischen Roheisen und Stahl.

460. Stahlbereitung aus Stabeisen. Cement-, Brenn-, auch Blasenstahl. Der Cementstahl wird erhalten, wenn Stabeisen in starker Glühhitze bei abgehaltenem Luftzutritte längere Zeit mit Kohle oder kohlenstoffhaltigen Substanzen in Berührung steht, cementirt wird. Auf diese Art bildet sich zuerst eine Verbindung der an der Oberfläche liegenden Eisentheilchen mit Kohlenstoff; dieser Verbindung wird sodann während der Fortdauer des Processes Kohlenstoff von den nächst darunter liegenden Eisentheilchen entzogen, während an der Oberfläche wieder Aufnahme desselben aus dem Cementpulver statt findet. Auf diese Art erfolgt endlich die Carbonisation des Eisens bis in die Mitte der Masse. — Das Eisen, welches zu dieser Stahlbereitungsweise angewendet wird, muß hart und körnig, dabei aber fest und zähe sein; brüchiges, schiefriges Eisen darf nicht angewendet werden, weil sonst im entstandenen Stahle die Fehler noch mehr hervortreten; es wird in flachen Stäben angewendet, welche eine Breite von $1\frac{1}{4}$ bis 2″ haben, und die Dicke von $\frac{3}{8}$″ nicht übersteigen, außer, wenn schon die Bestimmung in Gußstahl umgewandelt zu werden, für den zu erzeugenden Stahl festgesetzt ist, in welchem Falle auch die Dicke auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$″ steigen kann. Ihre Länge muß etwas kleiner sein, als die der zur Cementirung gebrauchten Kasten. Als Cementpulver wendet man ziemlich allgemein ein Gemenge von Holzkohlenpulver mit $\frac{1}{10}$ Asche und 2 bis 3 Proc.

Kochsalz an. Der Zweck dieser Zusätze läßt sich mit Bestimmtheit nicht angeben, doch hat sich ihre vortheilhafte Einwirkung durch vielfach abgeänderte Versuche hinlänglich bewährt.

Die Operation selbst wird in sogenannten Cementirkasten vorgenommen, d. i. in langen, aus feuerfestem Thone oder feuerfesten Ziegeln parallelepipedisch gebildeten Kasten, welche in eigenen, den Glasöfen ähnlichen Oefen eingesetzt sind. Die Länge dieser Kasten beträgt 8 bis 10, wohl auch 15′, die Breite und Höhe 2 bis 3′. Man schüttet zuerst eine 2″ hohe Lage Cementpulver auf den Boden des Kastens, drückt sie fest und legt auf sie eine Lage Eisenstäbe, welche auf der schmalen Seite stehend, 1″ von der Wand des Kastens und $^1/_4$ bis $^3/_8$″ von einander entfernt, eingesetzt und so mit Cementpulver umgeben werden, daß sie weder einander, noch die Wände des Kastens berühren. Auf diese Lage kommt eine $^1/_2$ bis $^3/_4$″ hohe Schichte Cementpulver, auf diese eine zweite Lage Eisenstangen u. s. f., bis etwa 6″ vom obern Rande des Kastens. Dieser obere Raum wird sodann mit schon gebrauchtem Cementpulver ausgefüllt und mit darauf geschüttetem Sande oder mit einem Deckel bedeckt, um jeden Luftzutritt sorgfältig zu vermeiden, wodurch das Eisen verschlackt würde. Der Ofen wird hierauf allmälich angefeuert (Holz- oder Steinkohlenfeuerung) so, daß erst nach 2 bis 4 Tagen der zur Cementirung nöthige Hitzegrad erreicht ist, welcher sodann möglichst gleichförmig unterhalten wird. — Eine zu geringe Hitze bewirkt keine Cementation, zu hohe hingegen macht, daß sie wohl rascher fortschreitet, der Stahl aber auch ungleichförmig ausfällt; in letzterem Falle läuft das Eisen auch Gefahr, zu einer Art Roheisen zusammenzuschmelzen. Die Cementation selbst dauert je nach der Größe der Kasten 4 bis 12 Tage. Um sich von dem Gange und von der Beendigung des Processes zu überzeugen, sind eigene Probestangen eingelegt; man zieht sie heraus, schlägt sie durch und untersucht den Bruch, ob die Umwandlung bis zur Mitte gedrungen sei. Nach Beendigung des Processes läßt man den Ofen einige Tage abkühlen, und nimmt sodann die Stäbe heraus; sie sind an der Oberfläche mit Blasen bedeckt, zeigen eine Gewichtszunahme von 0.3 bis 0.5 Procente, die bläuliche Eisenfarbe ist verschwunden, so wie das sehnige Gefüge.

461. Eine besondere Art der Cementation ist die sogenannte Oberflächen- oder Insatzhärtung (395. e.), bei welcher das Eisen nicht durch und durch, sondern nur auf der Oberfläche in Stahl verwandelt wird. Diese Art der Cementation wird nur bei schon fertigen Eisenwaaren angewendet, denen man dadurch eine größere Härte, oder einen stärkeren Glanz

und eine höhere Politur ertheilen will. Zu diesem Zwecke werden die Eisenfabricate in verschlossenen eisernen (blechernen) Kasten mit Cementpulver geschichtet, bei abgehaltenem Luftzutritte gut durchgeglüht, sodann noch glühend herausgenommen, und schnell, ehe sich Glühspan absetzen kann, im Wasser abgelöscht. Je länger diese Cementation dauert, desto dicker ist die Stahlhaut, aber auch desto spröder und brüchiger wird die Waare. Auf diese Art werden gewöhnlich die Schloßtheile der Gewehre mit Ausnahme der Federn, die aus eigentlichem Stahle angefertiget sind, behandelt. Für schneidende und spitzige Werkzeuge hat diese Härtungsmethode den Nachtheil, daß beim Zugrundegehen der Spitzen oder Schneiden die weichen Theile des in der Mitte stehen gebliebenen Eisenkernes durch Schleifen zum Vorscheine kommen. Man bedient sich zu dieser Art von Cementirung vorzugsweise der thierischen Kohle, der Leder- oder Hornkohle, auch des eisenblausauren Kali; das letztere wendet man häufig auf die Art an, daß man die geschmiedeten und abgefeilten Stücke glühend macht, mit dem gepulverten Salze bestreut und einreibt, wonach sie durch Ablöschen im Wasser gehärtet werden. Dieser Oberflächenhärtung bedient man sich auch, um Stahlplatten, die weich gemacht werden mußten, um sie mit dem Grabstichel bearbeiten zu können, wieder eine harte Oberfläche zu geben. — Auf diese Art wird auch stählernen Feilen und Raspeln, welche den Hieb im weichen und noch nicht gehärteten Stahle erhalten müssen, die nothwendige Härte an der Oberfläche gegeben. Man erhitzt sie nämlich im Kohlenfeuer, bis sie braunroth glühend werden, reibt sie schnell mit Horn ab, glüht sie dann noch einmal bis zur Kirschrothglühhitze und taucht sie lothrecht in kaltes Wasser, oder man überzieht sie kalt mit einem Breie aus verkohltem Leder und eben so viel Ruß mit Bierhefen u. dgl., trocknet den Ueberzug, und glüht sie sodann in einem Kohlenfeuer bis zur Kirschrothglühhitze, wonach sie abgelöscht werden. Eine größere Erhitzung ist in diesem Falle nicht nur nicht nothwendig, da die feinen Zähne dieser Werkzeuge die Einwirkung schon in der angegebenen Temperatur erfahren, sondern wäre auch nachtheilig, da mit der zu großen Härte auch die Sprödigkeit vermehrt werden würde.

In England hat man die Cementation auch mittelst Leuchtgases vorgenommen, welches über glühendes Eisen in einer Röhre hinstreichend, Kohlenstoff im höchst fein zertheilten Zustande absetzt, der sich bei hinlänglich gesteigerter Hitze mit dem Eisen verbindet.

462. Verfeinerung des Stahles. Weder der Roh- noch Cementstahl kann, wie aus ihrer Bereitungsart hervorgehet, in Bezug des Kohlenstoffgehaltes als ein durch seine ganze Masse gleichartiges Fabricat gelten,

indem die Stäbe des letzteren äußerlich reicher an Kohlenstoff als im Innern sind, die ausgeschmiedeten Stangen des Rohstahles aber das Gegentheil zeigen können, da die Entkohlung von außen anfängt, und auch sogar stellenweise zu weit geführt sein kann. Beide Arten, sowohl Roh- als Cementstahl sind daher, um gleichartiger zu werden, einer weiteren Behandlung, dem Gerben oder dem Schmelzen zu unterwerfen.

Gerbstahl. Zu dessen Darstellung müssen vorerst die sorgfältig sortirten Quadratstäbe des Rohstahles in dünne flache Stäbe oder Schienen von 2′ Länge ausgereckt werden; 6 bis 8 derlei flache Schienen werden sodann, abwechselnd eine harte und eine weiche über einander gelegt, das ganze Packet mit einer Zange gefaßt, in dem Raffinirfeuer einer gewöhnlichen Schmiedeesse glühend gemacht, zusammengeschweißt und zu einem 1½″ starken quadratischen Stabe ausgeschmiedet. — Soll der Stahl zweimal gegerbt werden, so haut man die so erhaltene Stange in der Mitte durch, schweißt diese beiden Hälften wieder zusammen und schmiedet sie aus. Man benennet danach den Stahl 1, 2, 3mal raffinirten Stahl, an manchen Orten, wie in Steiermark, auch Tannenbaumstahl. Der Abgang beim Raffiniren ist bedeutend; er beträgt für jede Gerbung 7 bis 12 Proc. Auf diese Art wird der Stahl gleichartig, indem die zu große Härte einiger Stellen mit der zu großen Weichheit anderer (die kohlenstoffreicheren Theile mit den kohlenstoffärmeren) ausgeglichen wird; auch gewinnt der Stahl hiedurch an Festigkeit und Elasticität, wodurch man im Stande ist, nach der Wahl des rohen Materiales, verschiedene Sorten von Stahl in gleichmäßiger Beschaffenheit zu erzeugen, was für die Verwendung von Wichtigkeit ist, da der Stahl für verschiedene Zwecke verschiedene Eigenschaften haben muß. Zu bemerken ist hiebei, daß, wenn gleich der Stahl durch das mehrmalige Schweißen und Ausstrecken an Gleichartigkeit gewinnt, er doch durch das wiederholte Glühen mehr und mehr von seinem Kohlegehalte, mithin von seiner Natur verliert, weßhalb es gut ist, wenn derselbe an sich selbst schon möglichst gleichartig ist.

463. Gußstahl. Eine vollkommene Ausgleichung aller Ungleichartigkeiten ist jedoch durch diese mechanische Bearbeitung nicht möglich, und wird nur erreicht, wenn der Stahl in den flüssigen Zustand versetzt, d. i. geschmolzen wird. Der auf diesem Wege dargestellte, den raffinirten in den meisten, wenn auch nicht immer in allen Beziehungen übertreffende Stahl führt den Namen Gußstahl.

Man erhält denselben durch Umschmelzen des Rohstahles sowohl, als des Cementstahles, und es bedingt die Natur und Güte des Rohmateriales die Beschaffenheit des neu hervorgehenden Stahles, so wie es auch von der

mehr roh- oder stabeisenartigen Natur des ersteren abhängig ist, ob der erhaltene Stahl schweißbar ist oder nicht.

Das Schmelzen des Stahles geschieht in feuerfesten Tiegeln von einer solchen Größe, daß 30 bis 40 Pf. Stahl auf einmal darin geschmolzen werden kann. Die dazu in Anwendung stehenden Oefen sind Tiegelöfen. Um die atmosphärische Luft abzuhalten, bedeckt man die Stahlstücke mit Glaspulver, welches schmilzt und eine Decke bildet. (Die zur Glaserzeugung dienlichen Materialien sind nicht eben so gut, als schon fertiges Glas, indem der Stahl durch letztere spröde werden soll, wahrscheinlich durch Aufnahme von Kiesel.) Uebrigens kann man auch ohne Bedeckung mit Glas, wenn ein gut schließender Deckel vorhanden ist, Gußstahl schmelzen. — Man schreibt auch vor, in so ferne der angewendete Roh- oder Cementstahl nicht die für irgend eine Anwendung des Gußstahles genügende Menge von Kohlenstoff enthält, die erforderliche Menge an Kohle in den Tiegel zuzusetzen. Der einige Zeit im vollkommenen Fluß erhaltene Stahl wird nach vorausgegangenem Umrühren in eiserne, aus zwei Hälften bestehende und durch Bänder zusammengehaltene, vorher erwärmte Formen gegossen und die dadurch erhaltenen Stücke mit Vorsicht ausgeschmiedet.

Durch unbedeutende Beimengungen anderer Metalle gelingt es, einen Stahl darzustellen, welcher einen besonderen Grad von Härte annimmt; z. B. durch Zusammenschmelzen von Stahl mit 1 bis $1\frac{1}{2}$ Proc. Platin oder 1 bis 2 Proc. Rhodium u. s. w. Stahl mit Nickel, Meteorstahl genannt, ist wohl sehr gepriesen, doch dem Rosten unterworfen. Die günstigsten Resultate liefert das Silber, in der ganz geringen Menge von $\frac{1}{5}$ Proc. mit dem Stahl zusammengeschmolzen; dieser Silberstahl übertrifft an Härte den Wootz, eine sehr berühmte Stahlart, welche in Ostindien auf die Art erhalten wird, daß man Eisen mit Kohle oder mit Pflanzentheilen, die sich verkohlen, zusammenschmilzt. Die Vorzüge dieses Stahles wurden von Einigen dem Aluminium zugeschrieben, wovon er nach Stodart und Faraday 0.024 bis 1.3 Proc. enthält. Nach Karsten wurde aber keine wägbare Menge dieses Metalles in dem Stahle aufgefunden, daher die Ursache wenigstens nicht in dem allein gesucht werden darf.

Gußstahl wird auch erhalten durch Zusammenschmelzen von Stabeisen mit Kohle; der Erfolg bleibt jedoch unsicher, daher diese Methode auch nicht im Großen ausgeführt wird. Auch darauf kann nicht mit Sicherheit gerechnet werden, ob bei der Reduction von weichen Eisenerzen mit wenig Kohle stets ein stahlartiges Product zum Vorscheine kommt, oder ob es nicht dem Stab- oder Roheisen näher steht, wie es bei dem Betriebe der Stücköfen der Fall war.

Noch ein anderes Verfahren Gußstahl zu bereiten, wäre das Zusammenschmelzen von möglichst weißem Roheisen mit Stabeisen. Da aber besonders

reines Roheisen hiezu vorausgesetzt wird, was nur auf künstlichem Wege eigens hiezu bereitet werden müßte, so ist auch diese Methode nicht mit ökonomischem Vortheile zu betreiben.

464. **Damascirter Stahl.** Mit diesem Namen, der von der Stadt Damascus herrührt, wird derjenige Stahl bezeichnet, dessen polirte Oberfläche durch Aetzen mit verdünnten Säuren eigenthümliche, aus helleren und dunkleren Linien oder Streifen bestehende Zeichnungen, Damast, Damascirung zeigt. Das Wesentliche der Damascirung beruht darauf, daß verschiedene Stahlarten, je nach ihrem verschiedenen Kohlenstoffgehalte, nicht nur verschiedene Härte zeigen, sondern von Säuren auch verschieden angegriffen werden. Es werden daher, wenn mehre Stahlsorten zusammengeschweißt und nachher ausgeschmiedet werden, die einzelnen Lagen desselben zwar eine entsprechende Formveränderung erfahren, ohne sich jedoch zu einer homogenen Masse zu verbinden; wird sodann die Oberfläche des Arbeitsstückes mit verdünnter Säure gebeizt, so werden die der Säure zugänglicheren Theile vertieft, durch Bloßlegung des Kohlenstoffes grau gefärbt, und bilden mit den übrigen, weniger afficirten Theilen jene durch helle und dunkle Schattirung ausgezeichneten Linien, die bei gehöriger Achtsamkeit im Uebereinanderlegen der verschiedenen Stahlsorten und Ausschmieden selbst einen gewissen Grad von Regelmäßigkeit zeigen. Aus dieser Ursache gibt schon der ungleichartige Roh- oder Cementstahl, der aus sehr hartem und sehr weichem Stahle besteht, einen starken, aber sehr groben Damast; eben so jeder gegerbte Stahl. Doch besitzt ein solcher Stahl nicht diejenige Festigkeit und Elasticität, wie sie von einem ganz vorzüglichen Stahle gefordert wird; man schweißt daher absichtlich härteren und weicheren Stahl (oder statt des letzteren auch Stabeisen) auf eine regelmäßige Weise zusammen.

Crivelli läßt Stahl in 1½″ breite und ¾‴ starke Bleche verwandeln, mit Eisendraht von ¾‴ Stärke umwickeln, so daß ¼ der Stahloberfläche bedeckt wird, sie zusammenschweißen und zu einer quadratischen Stange von 2‴ ausstrecken. Die Stange wird in sieben Theile zerschnitten, und wieder zusammengeschweißt. Daraus gefertigte Klingen werden polirt und zur Hervorrufung des Damastes in eine aus 1 Thl. Salpetersäure (von 1.300 Dichte) und 20 Thle. gemeinen Essig bestehende Beize 15 bis 20 Minuten gelegt, wonach sie herausgenommen, getrocknet und polirt werden; das Eisen polirt sich zuerst, und erscheint in Form weißlicher Linien, die auf dem dunkleren Stahlgrund hervorspringen. Nicht allein Stahl und Schmiedeeisen sind geeignet, ein zur

Damascirung geeignetes Gemenge zu geben, sondern auch zwei verschiedene Sorten von Stabeisen, daher man weicheres und härteres zusammenschweißt, um das Materialeisen zu den damascirten Läufen zu erhalten.

Durch die in der neueren Zeit angestellten Versuche ist dargethan worden, daß in dem Gußstahle, besonders dem kohlenstoffreichen, bei einer zweckmäßig geleiteten Abkühlung, die daher nicht durch Eingießen in eiserne Formen herbeigeführt werden darf, eine Sonderung zweier verschiedener Eisencarburete statt findet, welche bei dem folgenden Ausschmieden getrennt bleiben. Da eines derselben mehr als das andere zur Krystallisation geneigt ist, und daher von verdünnten Säuren verschieden angegriffen wird, so werden die dunklen und hellen Schattirungen auch hiedurch hervorgerufen. Auf diese Art hat man auch durch Zusammenschmelzung von 100 Thln. weichem reinem Stabeisen und 2 Thln. Kienruß sehr guten Gußstahl, der schönen Damast zeigt, erhalten. Obwohl dieser Damast, der auch natürlicher, im Gegensatze zu dem vorigen, dem künstlichen, genannt wird, auch auf eine ungleichartige Beschaffenheit der Masse deutet, so ist diese, so wie der Unterschied der Härte in den verschiedenen Stellen doch bei weitem geringer, als in dem künstlichen. Durch Umschmelzen, wodurch der künstliche Damast verloren geht, wird der natürliche hervorgerufen, wenn Abkühlung und Erstarren der geschmolzenen Masse nach dem gerade Gesagten geleitet wird.

Verschieden von diesen beiden Arten des Damastes ist der sogenannte unächte Damast, dessen Zeichnung bloß auf den gewöhnlichen Stahl oberflächlich eingeätzt ist, nachdem man sie in den Aetzgrund, mit welchem man die polirte Stahlfläche überziehen muß, eingeritzt hat. — Hieher gehöret auch derjenige Damast, welcher durch Pressen zwischen Stempeln, in welche Zeichnungen eingeschnitten sind, hervorgebracht wird.

Organische Chemie.

A. Einleitung.

465. In die Klasse der organischen Körper zählet man sowohl diejenigen Erzeugnisse, welche unter dem Einflusse der Lebenskraft, mithin nur in Thieren und Pflanzen gebildet werden, und diese daher wesentlich ausmachen, als auch diejenigen Verbindungen, welche sich aus diesen vorgenannten Stoffen auf künstlichem Wege darstellen lassen, in so ferne sie nicht schon als unorganische Zusammensetzungen gekannt sind. Diesem zu Folge ist das Stärkmehl ein organischer Körper, da es nur in den Pflanzen durch den Lebensproceß erzeugt wird, nie aber durch die Kunst dargestellt werden kann; eben so ist Zucker ein organischer Körper, als ein Product des Lebensprocesses der Pflanzen, würde aber schon aus der Ursache darunter gehören, weil er aus organischen Körpern, wie aus dem Stärkmehle, künstlich bereitet werden kann, gleichwie der Alkohol den organischen Körpern beigezählt wird, da er als Zersetzungsproduct des Zuckers erscheint, obschon er selbst als solcher niemals durch den Lebensproceß gebildet wird. Kohlensäure hingegen, wohl auch ein Zersetzungsproduct des Zuckers bei seiner Umwandlung in Alkohol, wird nicht den organischen Stoffen beigezählt, da sie schon als unorganische Verbindung gekannt ist.

Nur wenige Elemente sind es, aus welchen die im animalischen, wie im vegetabilischen Organismus gleich thätige Lebenskraft die unübersehbare Reihe von Verbindungen geschaffen hat. Die meisten organischen Körper bestehen nämlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, viele und zwar besonders die in das Thierreich gehörigen enthalten nebst den genannten Elementen, auch noch Stickstoff (ternäre und quaternäre Verbindungen). Der Stickstoff, welcher früher als ein den thierischen Körpern vorzugsweise zukommendes Element betrachtet wurde, findet sich aber auch in vegetabilischen Körpern, z. B. in Pflanzenalkaloiden, im

Indigo u. s. w. eben so vor, als er im Gegentheile in mehren thierischen Zusammensetzungen, z. B. in den sämmtlichen Fettarten, fehlt, daher auch nicht nach dem Vorhandensein desselben oder nach dessen Abwesenheit die Scheidung der Stoffe in diese zwei Reiche gemacht werden kann.

Eine geringe Anzahl von Verbindungen sind bloß aus den zwei Stoffen, dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe, zusammengesetzt; hiezu gehören: Terpentinöhl, Steinöhl, Citronenöhl, Kautschuk u. m. a. Kleesäure enthält nur Kohlenstoff und Sauerstoff, Blausäure endlich ist eine ternäre Verbindung aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff. (Siehe Verbindungen des Kohlenstoffes).

Nebst den genannten vier Elementen enthalten mehre organische, besonders thierische Körper Schwefel und Phosphor in sehr geringer Menge und dieses, wie es scheint, als wesentliche Bestandtheile. Beim Verbrennen der organischen Stoffe findet man endlich in der zurückgebliebenen Asche noch ferner: Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Manganoxyd, Eisenoxyd, Kieselerde und Salze von ein oder der andern dieser Basen mit Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Kohlensäure, ferner Chlorkalium, Chlornatrium, und in den Knochen der Thiere eine geringe Menge Fluorcalcium. In welchem Zustande diese die Asche bildenden Substanzen in den organischen Körpern enthalten waren, ist nur sehr unvollständig gekannt, indem meistens nur die durch das Einäschern erhaltenen Ueberreste Gegenstand der chemischen Untersuchung geworden sind.

466. Vergleicht man nach dem Gesagten die Zusammensetzung der organischen Körper mit der der unorganischen Verbindungen, so zeigt sich, daß zur Bildung der letzteren alle Elemente verwendet wurden, daß hingegen zur Bildung der organischen Stoffe nur sehr wenige Elemente, nämlich vorzüglich Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff erforderlich sind. Hieraus ergibt sich, daß die große Mannigfaltigkeit der organischen Substanzen nicht sowohl in der Verschiedenartigkeit der Elemente ihren Grund haben kann, wie es im Allgemeinen bei den unorganischen Körpern der Fall ist, sondern daß diese Mannigfaltigkeit vorzugsweise durch sehr verschiedene Verhältnisse erreicht werden muß, nach welchen die genannten wenigen Elemente sich mit einander vereinigen. Schwefelsäure, Kiessäure, Borsäure, $\dddot{S}$, $\dddot{Si}$, $\dddot{B}$, sind drei verschiedene unorganische Säuren, in jeder derselben sind 3 At. Sauerstoff mit 1 At. Radical verbunden; Essigsäure, Benzoesäure, Weinsteinsäure, deren jede aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, sind nach den Formeln $C^4H^6O^3$, $C^{14}H^{10}O^3$ und $C^4H^4O^5$ zusammengesetzt. Während die Verschiedenheit der ersten drei Säuren in der Verschiedenheit des Radicales liegt, ist sie in den letztern in der Verschie-

denheit der Quantitäten, in welchen dieselben drei Stoffe in Verbindung getreten sind.

467. Die organischen Verbindungen können nicht künstlich dargestellt, d. i. aus ihren Elementen zusammengesetzt oder durch gegenseitige Einwirkung von unorganischen Stoffen allein hervorgebracht werden. Eine Ausnahme hievon macht der Harnstoff, welcher sowohl bei der Harnabsonderung der Thiere erzeugt, als auch durch Vereinigung von wasserhaltiger Cyansäure und Ammoniak gebildet wird. Einige andere Substanzen, in denen die Elemente nach Art der organischen Zusammensetzung verbunden erscheinen, sind kaum hieher zu rechnen, z. B. der der Dammerde ähnliche Rückstand bei der Behandlung des gekohlten Eisens mit Salpetersäure u. dgl. Wohl aber kann die Kunst in organischen Stoffen, durch Einwirkung chemischer Agentien, die dem Reiche der unorganischen Natur entnommen werden, eine solche Umwandlung bewirken, daß neue, mit den organischen Stoffen in eine Klasse zu zählende Materien zum Vorscheine kommen; dieses geschieht immer auf die Art, daß complicirtere Zusammensetzungen in einfachere übergehen, und so dem endlichen Zerfallen in binäre Verbindungen näher gebracht werden. So kann man aus Stärke $C^{12}H^{20}O^{10}$ Zucker $C^{12}H^{20}O^{2}$, aus diesem Alkohol $C^{4}H^{12}O^{2}$, aber nicht umgekehrt aus Alkohol, Zucker u. s. w. darstellen. — Die vorzüglichsten Agentien, welche auf viele organische Stoffe zerlegend einwirken, sind: Säuren, Alkalien, Chlor.

Concentrirte Schwefelsäure zerstört, fast ohne Ausnahme, die organischen Substanzen, indem sie ihnen Sauerstoff und Wasserstoff, wie sie zur Wasserbildung erforderlich sind, entzieht, wodurch der Kohlenstoffgehalt überwiegend und die organische Substanz braunschwarz gefärbt wird. Die Schwefelsäure erleidet aber hiebei auch eine Zersetzung, indem Kohlensäure und schweflige Säure gebildet werden; nebstbei entstehen harzähnliche Materien, welche gebundene Säure enthalten. — Salpetersäure verwandelt organische Körper, wegen des vielen Sauerstoffes, den sie an dieselben abgibt, in Kleesäure, Pseudo-Aepfelsäure, Essigsäure, Talg-, Oehl- und andere Fettsäuren u. s. w. unter gleichzeitiger Bildung von kohlensaurem Gase, Wasser (Stickstoffoxyd, Blausäure) u. s. w. Enthalten die Körper viel Wasserstoff, wie ätherische Oehle, so wird bei Anwendung von rauchender Salpetersäure durch die rasch eintretende Oxydation so viel Wärme entbunden, daß Entzündung und Explosion statt findet, besonders wenn gleichzeitig concentrirte Schwefelsäure angewendet wird. Salzsäure, Phosphorsäure besitzen im Vergleiche mit den erwähnten Säuren ungleich geringere zersetzende Kraft. — Aber nicht immer findet ein solcher Erfolg statt, wie es der Indigo zeigt, der sich in concentrirter rauchender Schwefelsäure löset.

Aetzende Alkalien, alkalische Erden, Blei- und Zinkoxyd verwandeln Pflanzen und Thierfett in verschiedene Fettsäuren, die Pflanzenfaser (bei 180°) in Kleesäure u. dgl.

Chlor wirkt durch seine besonders große Verwandtschaft zum Wasserstoffe; es zerlegt daher das in dem organischen Körper vorhandene freie Wasser und bildet mit dem Wasserstoffe desselben Salzsäure, während der im Entstehungsmomente befindliche Sauerstoff das organische Pigment oxydirt und hiedurch bleichet, oder indem das Chlor den in dem organischen Pigmente chemisch gebundenen Wasserstoff sich aneignet, wodurch derselbe Erfolg hervorgerufen wird.

Manche Fälle der bei organischen Körpern statt findenden Umwandlungen lassen sich nicht nach der gewöhnlichen Wirkungsweise der Verwandtschaft erklären, indem sie schon durch die bloße Gegenwart eines Stoffes erfolgen, ohne daß er mit den organischen Körpern oder dessen Zersetzungsproducten in Verbindung tritt. Man begreift dieselben unter dem Namen Wirkungen der katalytischen Kraft, deren schon Anfangs (23.) gedacht wurde. In der unorganischen Natur kann die Vereinigung von Sauerstoff- und Wasserstoffgas zu Wasser, so wie die mehrer anderer Gase durch Platinschwamm, eben so die Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds durch verschiedene Körper unter diese Wirkungen gezählt werden; häufiger treten dieselben bei organischen Körpern ein, z. B. die Umwandlung des Stärkmehls in Gummi und endlich in Zucker durch verdünnte Schwefelsäure, die weder mit demselben noch mit dessen Elementen oder sonstigen Zersetzungsproducten hiebei in Verbindung tritt, sondern nach vollbrachter Wirkung frei nachgewiesen werden kann; die Wirkung der Diastase, eines eigenthümlichen Stoffes, auf das Stärkmehl, wodurch eine gleiche Veränderung desselben hervorgerufen wird; eben so übt die Hefe (Ferment) eine katalytische Wirkung auf eine Zuckerlösung aus, deren Zucker in Alkohol und Kohlensäure umgewandelt wird, oder Platinmohr auf mit atmosphärischer Luft gemengte Alkoholdämpfe, die eine Oxydation hiedurch erleiden, und Essigsäure geben u. s. w.

468. Nebst den genannten Agentien wirket auch Hitze auf die organischen Stoffe auf die Art ein, daß sie dieselben zerstört und dagegen neue Producte zum Vorscheine bringet. Dieses erfolgt sowohl im abgeschlossenen Raume, trockene Destillation, Verkohlung, als auch beim Zutritte der atmosphärischen Luft, Verbrennung. Diese Zersetzung ist mehr oder weniger vollständig, je nachdem die dabei hervorgehenden Producte nur allein in die Klasse der unorganischen Körper gehören, z. B. Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, oder nebstbei andere neue, noch in die Klasse der organischen Körper zu zählende Verbindungen gebildet werden, z. B. Essigsäure u. s. w. Manche flüssige Substanzen müssen, um diese Zersetzung zu erleiden, in eigenen Apparaten behandelt werden, da sie sich durch ihr Verdampfungsvermögen leicht dieser zerstörenden Wirkung entziehen. — Endlich unterliegen die meisten organischen Substanzen unter gewissen Bedingungen einer Selbstentmischung, Gährung, welche nach dem vorzugsweise hervortretenden Producte, mit dem Namen Weingährung,

Essiggährung und Ammoniak- oder faule Gährung (Fäulniß) näher bezeichnet wird.

469. Die meisten der im Pflanzen- und Thierreiche vorkommenden Körper sind als organische Gemenge zu betrachten, deren Gemengtheile, nähere Bildungstheile, zuerst von einander getrennt werden müssen, um das Eigenthümliche eines jeden einzelnen zu erkennen. Um bei dieser Trennung nicht schon die Umwandlung leicht zersetzbarer organischer Substanzen herbeizuführen, und sie dadurch unkenntlich zu machen, muß man die Anwendung starker Agentien, als Säuren und Alkalien, insbesondere die Einwirkung einer höheren Temperatur möglichst vermeiden. Man behandelt daher die organischen Körper, so wie sie die Natur liefert, mit mehren höchst indifferenten Stoffen, als Wasser, Alkohol in verschiedener Stärke, Aether u. s. w., und erhält hiedurch verschiedene wässerige, alkoholische, ätherische Auszüge, aus denen durch vorsichtiges Abdampfen, Krystallisiren, Destilliren, Sublimiren u. s. w., die einzelnen organischen Substanzen von einander getrennt erhalten werden. Erst nachdem der organische Stoff isolirt ausgeschieden ist, kann man ihn an seinen physischen Eigenschaften als eigenthümlich charakterisirt erkennen, und sein Verhalten zu andern Körpern, als Säuren, Alkalien u. s. w. in verschiedenen Temperaturen untersuchen. So findet man im Holze nebst der eigentlichen Holzfaser auch Extractivstoff und Pflanzenschleim als nähere Bildungstheile, häufig auch Harze, Gummi, Zucker, Farbstoff u. s. w.; Muskeln enthalten nebst der Thierfaser auch noch Eiweißstoff, Blutroth, Milchsäure, Osmazom u. s. w.

470. Die weitere Untersuchung der auf dem vorgenannten Wege erhaltenen näheren organischen Bildungstheile bezieht sich auf die Natur ihrer entfernteren, d. i. Elementarbestandtheile und deren quantitative Zusammensetzung, was durch die sogenannte Elementaranalyse ausgemittelt wird. Im Wesentlichen besteht dieselbe in der Verbrennung der organischen Substanzen und in der Berechnung der Gewichtsmengen der Elemente aus den entstandenen Verbrennungsproducten. Die Verbrennung selbst nimmt man nicht im Sauerstoffgase vor, sondern durch Erhitzen des zu untersuchenden Stoffes mit Kupferoxyd oder mit chromsaurem Bleioxyde. Zu diesem Behufe wird eine gewogene Menge desselben auf das sorgfältigste getrocknet (im Wasserbade unter Beihilfe eines über geglühtes Chlorcalcium geführten Luftstromes oder unter wiederholter Luftleermachung des die Substanz enthaltenden Gefäßes u. dgl.); die getrocknete Substanz wird sodann mit Kupferoxyd oder mit dem chromsauren Salze gemengt, in eine an einem Ende verschlossene Röhre gebracht

und erhitzt. In Folge des aus dem beigemengten Körper in höherer Temperatur frei werdenden Sauerstoffes und der dadurch erfolgten Zersetzung des zu prüfenden Körpers bilden sich Wasser und Kohlensäure. Ersteres wird in dem schicklich dazu eingerichteten Apparate von gewogenem Chlorcalcium absorbirt, letztere von Kalilauge; die Menge des ersteren, so wie die der letzteren wird aus der Gewichtszunahme des absorbirenden Körpers erkannt, und aus derselben die Quantität des im organischen Stoffe in Verbindung gestandenen Wasserstoffes und Kohlenstoffes durch Rechnung bestimmt. Die Differenz zwischen dem Gewichte des angewendeten Stoffes und dem gefundenen Gewichte des Wasser- und Kohlenstoffes zusammengenommen wird als Sauerstoff in Rechnung gebracht. Enthält die zu untersuchende Substanz Stickstoff, so wird derselbe beim Verbrennen des erwähnten Gemenges, nach Absorbirung des Wassers und der Kohlensäure, als Gas aufgefangen und das Gewicht des erhaltenen Volums Luft, nachdem es auf den normalen Barometerstand bei der Temperatur von 0° reducirt worden ist, ausgemittelt. Durch eine Lage von metallischem Kupfer, welches man in diesem Falle auf das obige Gemenge bringt, sucht man die Zerlegung von Stickstoffoxydgas zu bewirken, welches bei dieser Gelegenheit sehr gewöhnlich auftritt und zu Irrungen Anlaß geben kann. Eine genauere Beschreibung dieser sehr schwierigen Operation und der dabei zu beobachtenden Vorsichten, sammt der Abbildung der dazu nothwendigen Apparate, sind in den Lehrbüchern **Berzelius**, **Dumas** und in anderen Werken zu finden.

Von den hiebei im Gebrauche stehenden Apparaten wurde bereits einer als anwendbar zur Ausmittlung der beim Verbrennen des Schießpulvers entwickelten Gasmenge (in 300.) erwähnt. Der Vorgang bei diesem daselbst angedeuteten Versuche ist folgender. In die gläserne Verbrennungsröhre von 2 bis 3‴ Weite und 8 bis 10″ Länge, ab, Fig. 87, kommen 2, höchstens 3 Gran Schießpulver, Korn an Korn gereihet; diese Röhre wird mit der heberförmig gebogenen cd durch ein Kautschukröhrchen verbunden, letztere mit dem gekrümmten Theile in ein hohes, mit Quecksilber zum Theil gefülltes Glas getaucht, und ein Recipient g über deren offenes Ende gestürzt; damit hiebei nicht die Luft in dem Apparate comprimirt werde, muß entweder der Recipient mit einem Hahne versehen sein, um die überflüssige Luft herauszulassen, oder man muß die Luft durch einen Zwischenraum am Kautschukröhrchen entweichen lassen, und erst dann die luftdichte Verbindung bewerkstelligen, wenn das Quecksilber im Glase und Recipienten gleich hoch stehet. Mittelst der an das Ende b hingeblasenen Löthrohrflamme sucht man möglichst schnell die Entzündung des Pulvers zu bewirken; die Verbrennung schreitet auf diese Art etwas langsamer gegen das andere Ende, als wenn man die Erhitzung in a selbst veranlaßt hätte, wodurch das Zersprengen

der Röhre und Herausschleudern des Quecksilbers zum Theil verhindert wird; zu diesem Zwecke ist es auch gut, den Recipienten während der Verbrennung etwas gehoben zu halten. Nach dem gänzlichen Erkalten des Apparates mißt man das Volum der hinzugekommenen Luft, wozu das Quecksilber inner- und außerhalb des Recipienten gleich hoch stehen muß. Auf diese Art wurde das (in 300.) angegebene Resultat erhalten.

471. Die neuere Chemie hat sich die besondere Aufgabe gestellt, die Zusammensetzung der organischen Körper mit der der unorganischen, so abweichend sie auch nach den (466.) angestellten Betrachtungen erscheint, in Einklang zu bringen; sie fand, daß gewisse Zusammensetzungen einer größeren Reihe von organischen Körpern als gemeinschaftlicher Bestandtheil eigen seien, und nahm nun an, daß dieselben eine gleiche Rolle in den organischen Verbindungen spiele, wie die einfachen Körper in der unorganischen Natur. Diese zusammengesetzten Körper, gleichsam die Stellvertreter der Elemente, hat man zusammengesetzte Radicale genannt, im Gegensatze zu den Elementen selbst, welche man auch wohl einfache Radicale nennt.

Diese Annahme ist übrigens im vollen Einklange mit einigen besondern Fällen der unorganischen Chemie. So lange man nämlich die Kohlenstickstoffsäure und Blausäure nur als ternäre Verbindungen nach den empirischen Formeln C^2NO und $C^2N\bar{H}$ im Auge hat, ist die Uebereinstimmung derselben mit den übrigen Sauer- und Wasserstoffsäuren nicht so ersichtlich gewesen, als sie dann wurde, da man die Verbindung, Kohlenstickstoff, als Stellvertreter eines Elementes, eines einfachen Radicales, ansah, und dieselbe durch einen eigenen Namen Cyan und durch ein eigenes Zeichen $\bar{Cy}$ charakterisirte, wonach in den dadurch entstandenen Benennungen und Formeln: Cyansäure $\dot{Cy}$ und Cyanwasserstoffsäure $\bar{Cy}\bar{H}$, die binäre Zusammensetzung, analog mit der der übrigen Sauer- und Wasserstoffsäuren, nicht zu verkennen war.

Eben so erscheinen die zwei organischen Verbindungen, Aether und Holzäther, nach ihren empirischen Formeln $C^4H^{10}O$ und C^2H^6O als sehr verschieden in ihren Zusammensetzungen, zeigen aber ähnliche Constitution, wenn man im ersteren C^4H^{10} und in dem zweiten C^2H^6 als zusammengesetzte Radicale ansieht. Nennt man dieselben Aethyl und Methyl und gibt ihnen das Zeichen Ae und Me, so werden Aether und Holzäther zu Aethyloxyd und Methyloxyd, AeO und MeO. Beide Körper sind basischer Natur, wie Kali und Natron, und binäre Verbindungen, deren Verschiedenheit dadurch bedingt ist, daß ihre Radicale eine verschiedene Zusammensetzung haben, gerade so wie Kali und Natron. — Eben so zeigen schwefelsaures Kali, $KO+SO^3$ und Essigäther $C^4H^{16}O^4$ erst dann eine Aehnlichkeit in der Zusammensetzung, wenn in letzterem nach dem gerade Gesagten zusammengesetzte Radicale aufgesucht werden, nämlich Acetyl, $C^4H^6=Ac$, und Aethyl, $C^4H^{10}=Ae$, wodurch der Essigäther zu acetylsaurem Aethyloxyd wird,

$AeO + AeO^3$, woraus die Uebereinstimmung der Zusammensetzung mit dem schwefelsauren Kali deutlich hervortritt.

Man hat sich aber nur dann berechtiget gehalten, irgend eine Verbindung als ein zusammengesetztes Radical gelten zu lassen, wenn sie, ähnlich den organischen einfachen Radicalen oder Elementen, den integrirenden Bestandtheil einer Reihe von Verbindungen ausmacht, und sich durch unorganische Elemente ersetzen läßt, oder dieselben in ihren Verbindungen ersetzen kann.

Es ist zwar durch eine große Menge von Untersuchungen bereits gelungen, diese Ansicht für sehr viele organische Verbindungen durchzuführen; doch war es bis jetzt noch nicht möglich, in allen bekannten organischen Verbindungen derlei zusammengesetzte Radicale nachzuweisen. In der gegenwärtigen Abhandlung wird daher nicht nach einer sich darauf gründenden Klassification vorgegangen, sondern es werden, um dem bei diesem Studium in dem vorliegenden Falle vorgesteckten Zwecke Genüge zu leisten, die als specifisch verschieden charakterisirten, näheren Bildungstheile der Thiere und Pflanzen, so wie die nothwendigsten weiteren Zusammensetzungen derselben sammt deren technischer Benützung, nach der früheren Eintheilung in Säuren, Basen und indifferente Stoffe, abgehandelt werden.

B. Nähere Bildungstheile.

I. Organische Säuren.

472. Die wichtigsten derselben sind bereits im Zusammenhange mit dem Kohlenstoffe, als dessen ternäre Verbindungen abgehandelt worden, so wie auch die aus ihrer Verbindung mit Metalloxyden hervorgehenden Salze bei jedem einzelnen Metalle besprochen wurden. Einige, wie Talgsäure, Margarinsäure, Oehlsäure (im Allgemeinen mit dem Namen Fettsäuren bezeichnet), werden an dem geeigneten Orte besprochen werden, andere hingegen, wie Aepfelsäure, Citronensäure u. s. w., so wie einige im Thierreiche vorkommende Säuren werden, da sie ohne nähere Beziehung für die gegenwärtige Abhandlung sind, gänzlich übergangen.

II. Organische Basen.

473. Die organischen Basen, auch Alkaloide genannt, finden sich in sehr vielen Pflanzen immer an Säuren gebunden (an Aepfelsäure, Gerbsäure, oder an eine der Pflanze eigenthümliche Säure). Die meisten Alkaloide sind krystallisirbar, einige pulverförmig oder gummiartig, und noch einige wenige tropfbarflüssig; sie haben einen sehr bitteren oder scharfen Geschmack, selten zugleich Geruch; im Wasser sind sie nur wenig löslich, leichter im Alkohol (wenigstens im heißen). Sie reagiren auf die durch Säuren geröthete Lackmustinctur, wie die Alkalien des unorganischen Reiches. Ihre Zusammensetzung ist quaternär, indem sie nebst Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, auch Stickstoff enthalten. Da dieselben mehr dem Arzte und Pharmaceuten, als dem Techniker von Interesse sind, so werden sie hiemit übergangen.

Beispiels wegen werden hier nur dem Namen nach aufgeführt: Nicotin in den Tabaksblättern, Emetin in der schwarzen Rinde der Brechwurzel, Chinin und Cinchonin in den meisten Chinarinden, Strychnin und Brucin in den Brechnüssen, Morphin, Narcotin im Opium u. n. v. a. Auch aus thierischen Substanzen wurden bereits Basen ausgeschieden.

III. Indifferente Stoffe.

A. Aus dem Pflanzenreiche.

1. Pflanzenfett. — Fette Oehle.

474. Fette im Allgemeinen kommen in den organischen Gebilden sowohl des Pflanzen- als auch des Thierreiches sehr häufig vor. Ihrer Consistenz nach bei der mittleren Lufttemperatur gibt es flüssige Fette, zu denen vorzüglich die fetten Oehle des Pflanzenreiches gehören; schmierige Fette, von butter- oder salbenartiger Consistenz, Butter- und Fettarten; starre Fette, Talgarten, welch letztere beide vorzüglich in dem Thierreiche vorkommen. Uebrigens gibt es in diesem eben so flüssige Fette (Klauenfett, Thran), als sich im Pflanzenreiche schmierige (Cocusnußöhl) und starre Fette (Cacaobutter) vorfinden. Die verschiedenen Fettarten sind durchgehends specifisch leichter als Wasser (ihre Dichte fällt zwischen 0.89 u. 1.00); sie lösen sich nicht im Wasser, nur wenig im kalten Alkohol, mehr im siedend heißen, so wie im Aether und in ätherischen Oehlen. Sie ziehen sich in die Poren der Zeuge, als Papier, Leinwand u. dgl. ein, dringen in die feinsten Fasern und machen sie durchscheinend (Fettflecke); eben so ziehen sie sich in Thon während des Trocknens ein, wenn man ihn naß auf derlei Flecke aufgestrichen hat, daher Pfeifenthon, Walkererde zu Fleckkugeln verwendet wird. Die starren Fette schmelzen durch die Wärme, und gerathen sodann, wie die flüssigen fetten Oehle, wenn man sie bis ungefähr 250° erhitzt, in eine, der beim Sieden ähnliche, wallende Bewegung, welche in Folge der schon beginnenden Zersetzung von den entwickelten Gasen herrührt. Aus dieser Ursache sind Fettflecke aus organischen Stoffen durch Wärme nicht zu entfernen, da der Stoff bei dieser Temperatur schon zerstört wird. Bis zu dem genannten Punkte erhitzt, entzünden sie sich leicht und die Flamme kann nur durch Bedecken des Gefäßes, und dadurch bewirktes Abschneiden des Luftzutrittes gelöscht werden. In kleinen Portionen, wie es durch Aufsaugung mittelst des Dochtes einer Lampe u. dgl. geschieht, lassen sich dieselben leicht entzünden, und brennen mit mehr oder minder heller Flamme, die desto mehr Ruß absetzt, je unreiner dieselben sind. Beim Zuleiten einer hinlänglichen Menge von Luft oder Sauerstoffgas, wie in den argandischen Lampen, findet kein Rauchen statt, und die Flamme gewinnt an Helligkeit und Weiße.

475. In Bezug der Zusammensetzung sind die Fette im Allgemeinen wenig von einander unterschieden; sie sind nämlich alle reich an Kohlen- und Wasserstoff, enthalten wenig Sauerstoff und keinen Stickstoff, sind aber nicht als ein-

fache organische Bildungstheile anzusehen, sondern aus verschiedenen Fetten zusammengesetzt. Diese letzteren können, da sie verschiedene Schmelz- oder Erstarrungspunkte haben, durch Temperaturerhöhung oder Erniedrigung, und durch Auspressen, oder auch durch Behandlung mit Alkohol u. s. w. von einander geschieden werden. Die vorzüglichsten dieser einfacheren Bestandtheile der Fette im Allgemeinen sind:

Oehlstoff, Elain, Olein, ist der Hauptbestandtheil der fetten nicht siccativen Oehle (wovon später) und findet sich nebst dem nur in geringer Menge in den Butterarten, noch weniger in den Talgarten. Das Elain ist farblos, von öhlartiger Consistenz, und gesteht bei verschiedenen Graden unter 0°, z. B. das aus Thran bei — 12°, aus Baumöhl noch nicht bei — 8°, aus Mandelöhl selbst bei der strengsten Kälte nicht; an der Luft trocknet es nicht ein, sondern wird leicht ranzig. — Talgstoff, Stearin, ist der Hauptbestandtheil der Talgarten und findet sich nebst dem in geringer Menge nur in den Butterarten, sehr wenig in den fetten Oehlen. Das Stearin ist weiß, wachsähnlich, doch brüchiger, schmilzt ungefähr bei 50°. — Margarin findet sich ebenfalls in großer Menge in Hammeltalg, Menschenfett, auch im Palmöhle u. s. w. Es ist weiß, ungefähr bei 40° schmelzbar, nur schwer vom Stearin zu trennen. — Von dem verschiedenen Mengenverhältnisse dieser drei Stoffe hängt die Schmelzbarkeit und überhaupt Consistenz der verschiedenen Fettarten ab. Geruch und Geschmack sind eigentlich nur zufällige Eigenschaften, die stets von fremden Einmengungen herrühren.

Nebst den genannten sind noch Hammeltalgfett, Thranfett, Wallrathfett, Bibergeilfett (Hircin, Phocenin, Cetin, Castorin) u. m. a. als derlei einfachere Bestandtheile, welche mit einem oder mehren der zuerst genannten in Fetten verschiedener Abstammung sich vorfinden.

476. Merkwürdig ist das Verhalten fixer Alkalien, alkalischer Erden und einiger anderer Metalloxyde, als des Zink- und Bleioxyds, auf die Mehrzahl der Fette. Durch die disponirende Einwirkung dieser Basen werden bei Vorhandensein von Wasser die Fette zersetzt, bilden Fettsäuren (Elainsäure, Margarinsäure, Talgsäure u. s. w., nach der Natur des Fettes), welche sich mit der angewendeten Base verbinden, während ein eigenthümlicher in Wasser löslicher Stoff, Glycerin oder Oehlsüß, ausgeschieden wird. Die daraus hervorgehenden fettsauren Metalloxyde sind die sogenannten Seifen (Gemenge aus stearinsauren, elainsauren u. s. w. Metalloxyden), aus denen nicht mehr Stearin, Elain u. s. w., wohl aber Stearinsäure, Elainsäure u. s. w. durch andere Säuren ausgeschieden werden

kann. Bei diesem Proceß der Seifenbildung, Saponification, wird weder Sauerstoff der Luft absorbirt, noch das Wasser zerlegt, noch ein anderes Gas entwickelt; es entmischen sich nur die näheren Bestandtheile der Fette unter sich selbst, indem ihre Elemente sich anders mit einander verbinden, wodurch obige Producte resultiren.

Stearinsäure, eine geschmack- und geruchlose, weiße, krystallisirbare Masse, schmilzt bei 56°. — Margarinsäure, der vorigen sehr ähnlich, nur von leichterer Schmelzbarkeit (45°). — Elainsäure, eine schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit von der Dichte 0.9, mit einem leichten, ranzigen Geruche.

477. Fette Oehle. Die fetten Oehle sind in der gewöhnlichen Temperatur zwar tropfbar, doch immer etwas zähflüssig (der Flüssigkeitsgrad des Baumöhles ist 41, des Leinöhles 102 u. s. w., der des Wassers bei 12° gleich 1000 gesetzt); in der Wärme werden sie dünnflüssiger. Sie sind bei der gewöhnlichen Temperatur nicht flüchtig, daher auch im reinen Zustande ohne besonderen Geruch, bewirken auf der Zunge keine, oder doch sehr schwache Geschmacksempfindung. Die Oehle lassen sich im Wasser, ohne sich darin zu lösen, mit Hilfe schleimiger Substanzen zu Emulsionen anreiben; ihre Lösungsmittel sind oben angegeben; selbst sind sie ein Lösungsmittel für Schwefel, Selen, Phosphor, Kampher; auch nehmen sie Wachs, Harz u. s. w. auf.

Die fetten Oehle können in verschlossenen Gefäßen sehr lange, ohne Veränderung zu erleiden, aufbewahrt werden, aber beim Zutritte der Luft erleiden sie eine allmäliche Veränderung. Einige Oehle bekommen hiebei einen scharfen Geschmack, widrigen Geruch, mehr Zähflüssigkeit und reagiren dann sauer (Ranzigwerden des Oehles). Diese Entmischung tritt besonders dann leicht ein, wenn die Oehle von den schleimigen und eiweißartigen Beimischungen, die beim Auspressen dem Oehle folgen, nicht geklärt sind. Bereits ranzig gewordenes Oehl kann man durch Kochen mit Wasser und Bittererdehydrat, welches die gebildete Säure aufnimmt, ohne einen Nachtheil wieder davon befreien; es bildet sich ein Bodensatz, Magnesiaseife. Kalk, Bleioxyd, so wie chlorigsaure Alkalien sind hiezu nicht zu empfehlen. Selbst in dünnen Schichten verdicken sie sich nur, bleiben aber immer schmierig und klebrig (nicht trocknende Oehle). — Andere Oehle hingegen trocknen ein, wodurch sich eine Haut auf der Oberfläche des Oehles bildet, welche sodann das darunter befindliche länger, doch nicht ganz von der weiteren Veränderung, dem obigen Ranzigwerden schützt; in dünnen Lagen trocknen sie ganz zu einer harzigen Masse ein. Man nennt sie trocknende, siccative Oehle und diese Eigenschaft begründet ihre Anwendung zu Firnissen.

Bei dieser Veränderung, welche die Oehle erleiden, nehmen sie nach und nach das Mehrfache ihres Volums Sauerstoff aus der Luft auf, und entbinden kohlensaures Gas. Die Verschluckung von Sauerstoffgas geht Anfangs langsam, erreicht nach einer gewissen Zeit ihren höchsten Grad, vermindert sich dann wieder allmälich und hört endlich ganz auf; sie ist mit beträchtlicher Temperaturerhöhung verknüpft, welche sogar unter günstigen Umständen bis zur Selbstentzündung steigen kann.

Tränkt man nämlich Werg, Wolle, Sägspäne, Kienruß u. s. w. mit Leinöhl, breitet diese Stoffe an der Sonne mit großer Oberfläche aus, wickelt sie sodann, wenn sie recht durchwärmt sind, zusammen, damit die Abkühlung möglichst vermieden werde, ohne jedoch den Zutritt der Atmosphäre abzuhalten, so werden sie sich in kürzerer oder längerer Zeit, je nach der Menge der Stoffe, der Temperatur der Luft, der Umgebung von schlechten Wärmeleitern so erhitzen, daß sich ein brandiger, unangenehmer Geruch entwickelt und endlich, besonders wenn Luft hinzugebracht wird, die Flamme ausbricht.

478. Die fetten Oehle sind die vorzugsweise im Pflanzenreiche vorkommenden flüssigen Fettarten; sie finden sich sehr häufig in dem Samen vieler Pflanzen. Zu den öhlreichsten gehören jene von Hanf, Mohn, Mandeln, Nüssen u. s. w.; außerdem kommt fettes Oehl auch in dem Fleische einiger Früchte, als der Oliven, vor, seltener in andern Pflanzentheilen. — Die öhlreichen Samen enthalten das Oehl in solcher Menge, daß es daraus durch bloßes Pressen gewonnen werden kann. Zu diesem Zwecke werden die von fremden Beimengungen, als Stengeln, Blättern u. dgl. durch zweckmäßige Behandlung befreiten Samen in eigenen Stampfen oder mühlähnlichen Vorrichtungen mit oder ohne Wasser zerquetscht, die erhaltene Masse in Säcke von Flanell und Roßhaar gefüllt, und zwischen Metallplatten mittelst einer Schrauben-, gegenwärtig gewöhnlich mittelst einer hydraulischen Presse ausgepreßt. Das Auspressen der zerquetschten Samen kann wohl kalt geschehen, und solches kalt gepreßtes Oehl wird von verschiedenen Samen selbst als Speiseöhl verwendet, da es sich durch einen angenehmeren Geschmack auszeichnet. Da jedoch hiebei auch der mit dem Oehle verbundene Eiweißstoff und Schleim ausgepreßt wird, so erscheint solches Oehl schleimig, klärt sich nur schwer und ist geneigt zum Ranzigwerden, daher in der Regel höhere Temperatur angewendet wird. Durch das Erhitzen vor dem Auspressen wird das Eiweiß zum Gerinnen gebracht und der Schleim getrocknet, wodurch nun die Abscheidung des Oehles bei dem Pressen leichter und vollständiger erfolgt. Das Erhitzen, das den Siedpunkt des Wassers nicht übersteigen darf, indem zu starke Erhitzung für die Güte des Oehles selbst großen Nachtheil hat, bewirkt man gegenwärtig am besten

mittelst Dampfes. Gewöhnlich wird der Inhalt der Säcke nochmals in den Wärmeapparat gebracht, und dann zum zweitenmal unter einem noch stärkeren Drucke ausgepreßt; das Oehl von der zweiten Pressung ist aber weniger rein, als das von der ersten. Der zurückbleibende Oehlkuchen ist hart, beinahe ganz vom Oehle befreit, und besteht aus dem verhärteten Eiweiße, Schleime sammt den Hülsen und Fasern der Samen; er dient als Viehfutter und Brennmateriale. — Die frisch gepreßten Oehle enthalten noch eine bedeutende Menge Schleim, Extractiv- und Faserstoff. Durch längeres Stehen in geeigneten Gefäßen klärt sich allmälich das Oehl, indem sich ein Bodensatz anhäuft, von dem man dann das klare Oehl abzieht. Höhere Temperatur begünstiget die Klärung, indem durch den hiebei erhöhten Flüssigkeitsgrad die feinen im Oehle schwimmenden Theilchen sich leichter absetzen können, daher auch die Gefäße fortwährend in einem Bade von Wasserdampf gehalten werden.

Diejenigen Oehle, welche zum Brennen dienen, insbesondere das Rüböhl und das Kohlsaatöhl, klären sich durch bloße Ruhe nicht hinlänglich, um für gute Lampen zum Brennen zu taugen; die beigemengten Verunreinigungen setzen nämlich am Dochte viel Reste ab, hindern auf diese Art das Aufsteigen des Oehles in demselben und bedingen ein unvollständiges Verbrennen, wodurch Rauch und übler Geruch verursacht wird. Zum Reinigen oder Raffiniren dieses Oehles setzt man unter fleißigem Umschütteln 1 bis 1½ Proc. Schwefelsäure zu; wird das Oehl hiebei durch Wasserdämpfe erwärmt, so genügt auch schon ½ Proc. Die Säure verkohlt die schleimigen und färbenden Theile, die sich dadurch in grünschwarzen Flocken ausscheiden; hierauf schüttelt man das Oehl fleißig mit Wasser oder läßt Wasserdampf einströmen, und überläßt sodann das Ganze der Ruhe, wodurch sich das Oehl von dem sauren Wasser absondert, welches die untere Schichte bildet; darüber liegt die Schichte der abgesetzten schwarzen Flocken, und oben auf steht das klare Oehl, das nun abgezapft, und durch Baumwolle filtrirt wird. Man hat die Säure auch, statt sie mit Wasser auszuziehen, mit gebranntem Kalke entfernt, mit welchem sie verbunden als Gips zu Boden fällt. Zu viel zugesetzter Kalk verseift einen Theil des Oehles.

Gegenwärtig wird die Klärung des Oehles statt durch Filtriren auf folgende Art vorgenommen. Man rührt das abgezapfte Oehl mit gepulvertem Oehlkuchen in einem Fasse wohl durch einander, und überläßt es dann einige Tage der Ruhe, wonach man die Hälfte des klaren Oehles abzapft; auf die andere über dem Oehlkuchen schwimmende Hälfte gießt

man eine neue Portion von dem zu klärenden Oehle auf, zieht nach einigen Tagen wieder die Hälfte ab, und wiederholt auf diese Art das Verfahren einigemal, bis der Oehlkuchen seinen Dienst versagt, und das Oehl trübe bleibt. Der Oehlkuchen wird ausgepreßt und durch frischen ersetzt.

Auf ähnliche Art wird das Baum- oder Olivenöhl, durch das Auspressen der vorher unter einem verticalen Mühlsteine zu einem Breie zerquetschten Oliven erhalten. Das bei dem ersten gelinden Pressen erhaltene Oehl führt als das reinste den Namen Jungfernöhl. Die zurückbleibende Masse wird mit kochendem Wasser angerührt und nochmals der Pressung unterworfen. Durch Auspressen guter Oliven und Beobachtung der nothwendigen Reinlichkeit und Vorsicht erhält man auch hier ein reines, obgleich wenig schmackhaftes Oehl; man vermischt es gewöhnlich mit dem vorigen. Bei Anwendung von übergohrenen, halb verfaulten oder von Insekten angestochenen, und in unreinen Geschirren behandelten Oliven, ist selbst das zuerst ausgepreßte Oehl nur ein gemeines Oehl, das mitunter noch genießbar, häufig auch nur für Seifensieder u. s. w. verwendbar ist. — Das frisch gepreßte Oehl ist trüb, und setzt Schleim ab; deshalb zieht man es bald aus den großen Behältern in Krüge aus Steinzeug und bewahret es in Räumen auf, deren Temperatur ungefähr 14 bis 16° beträgt. Ist es geklärt, so wird der klar gewordene Theil abgezogen, gegen den Zutritt der Luft geschützt und in Räumen, die im Sommer nicht zu warm, im Winter nicht zu kalt sind, aufbewahrt.

479. Zu den nicht trocknenden Oehlen gehören das Oliven- oder Baumöhl, Mandelöhl, Rüböhl, Buchecker-Oehl, Oehl der Roßkastanie, des Spindelbaumsamens u. m. a. Das Olivenöhl wird oft mit dem wohlfeileren Mohn- oder Rüböhle verfälscht; dieses erkennt man aus dem Verhalten des Baumöhles zu der salpetrigen Salpetersäure, welche das Erstarren des Olivenöhles in bestimmter Zeit bewirkt. Während nämlich reines Olivenöhl nach 70 Minuten erstarrt, wird durch einen Zusatz von 1 Proc. Mohnöhl die Erstarrung um 40, durch 5 Proc. um 90, bei 10 Proc. um noch viel längere Zeit hinausgerückt, wenn man dem Oehle 3 Proc. Säure zumischt, und das Ganze umschüttelt, bis beim Umkehren des Gefäßes der Flüssigkeitsspiegel sich nicht mehr ändert. (Die zur Prüfung genommene Säure ist ein Gemisch von salpetriger Salpetersäure mit 6 Thln. Salpetersäure von 38° nach Beaumé.) Die nicht siccativen Oehle werden verwendet als Speiseöhl, wozu vorzugsweise das Olivenöhl dient, ferner als Brennöhl, wozu Olivenöhl, Rüböhl u. s. w. genommen wird; letzteres wird nicht selten mit dem wohlfeileren Hanföhle verfälscht, was wegen der trocknenden Eigenschaft nachtheilig ist. Man erkennt eine solche Verfälschung theils durch den Geschmack, theils

an diesem Trocknen, wenn man dasselbe auf eine Fläche dünn ausstreichet. Ferner dienen diese Oehle als Reibung vermindernde Mittel, Schmiermittel, zu feinen Instrumenten. Zu den Zapfen für die Getriebe der Uhren u. dgl. muß das allerreinste, beste Olivenöhl genommen werden, welches mit der größten Sorgfalt gewonnen, geklärt und aufbewahrt werden muß.

480. Zu den siccativen Oehlen werden gerechnet: Lein-, Nuß-, Mohn-, Hanföhl u. s. w. Die siccative Eigenschaft dieser Oehle wird noch bedeutend erhöht, wenn sie entweder für sich, noch mehr aber, wenn sie mit Metalloxyden, vorzüglich mit Bleioxyd, einige Zeit der Hitze ausgesetzt werden.

Hierauf beruht die Darstellung der Oehlfirnisse, wozu vorzüglich Leinöhl, auch Nußöhl genommen wird. Das Oehl, welches durch diese Operation Sauerstoff aus dem Oxyde aufnimmt, durchläuft hiebei in sehr kurzer Zeit diejenigen Veränderungen, welche während seines Eintrocknens an der Luft vor sich gehen, so daß es nun, weit in die Periode des Trocknens an der Luft geführt, nur noch sehr kurze Zeit (etwa 24 Stunden) zur völligen Austrocknung bedarf.

481. **Oehlfirniß.** Zur Firnißbereitung verwendet man am besten altes, abgelegenes Leinöhl. Ist dasselbe noch frisch, mithin trübe und schleimig, so reiniget man es zuvor durch Auswaschen mit Wasser (am besten Salzwasser), indem man Flaschen mit Oehl und Wasser zu ungefähr gleichen Theilen füllt, gut schüttelt, und diese Operation mit mehrmals erneuertem Wasser so lange wiederholt, bis sich das Wasser nicht bedeutend mehr färbt. Die Ausscheidung des Schleimes wird auch befördert, wenn man in dem Wasser etwas Alaun auflöset. — Einige lassen das Leinöhl, um es zu reinigen, einige Wochen lang über gebranntem Kalke stehen. Die schleimigen Theile scheiden sich auch schon als Bodensatz aus, wenn man das Oehl in verstopften Glasflaschen einige Monate hindurch an einem der Sonne ausgesetzten Orte stehen läßt; das Oehl wird hiedurch hell und klar. Eine Reinigung durch Schwefelsäure (wie sie oben besonders für das Brennöhl angegeben wurde), oder eine Art Bleichen durch Chlor u. dgl., ist für das zum Firnißsieden bestimmte Leinöhl nicht zu empfehlen. Die schleimigen Theile des Leinöhles werden auch zerstört (verkohlt), wenn es durch eine Stunde in einer dem Siedpunkte nahen Temperatur erhalten, und dann nach dem Abkühlen in reinen verstopften Gefäßen längere Zeit der Ruhe überlassen wird, bis es hinreichend klar geworden ist. Diese Reinigungsart empfiehlt sich als sehr geeignet, da das Oehl hiedurch schon für sich in etwas trocknend (wie es der durch bloßes Erhitzen bereitete Buchdruckerfirniß beweiset), mithin der nachfolgende Proceß abgekürzt wird.

Für Anstriche wird jedoch das auf eine der genannten Arten gereinigte Leinöhl in der Regel auf folgende Weise behandelt. Man bringt dasselbe in einen kupfernen blanken Kessel, der nicht viel über die Hälfte damit gefüllt werden darf (irdene Töpfe müßten der Sicherheit wegen von außen gut mit Draht umflochten sein), über ein mäßiges, in einem Windofen gleichförmig unterhaltenes Kohlenfeuer, und erhitzt es bis nahe zum Sieden; hierauf wird auf jedes Pfund Oehl 1 bis 1½ Unze Bleiglätte, und die Hälfte dieses Gewichtes an vorher calcinirtem Zinkvitriole, beide fein gepulvert, in kleinen Mengen nach und nach zugesetzt. Man erhält diese Temperatur, ohne umzurühren, 3 bis 4 Stunden hindurch, wobei man den entstehenden Schaum von Zeit zu Zeit abnimmt. Zeigt endlich eine herausgenommene Probe die gehörige Consistenz des Firnisses, so nimmt man das Gefäß vom Feuer, und läßt es zugedeckt einige Tage ruhig stehen; hierauf gießt man den klaren Firniß von dem Bodensatze in reine Flaschen, und läßt dieselben verstopft an der Sonne stehen, wodurch der Firniß allmälich an Klarheit zunimmt. Um den im Bodensatze enthaltenen Firniß nicht zu verlieren, übergießt man ihn mit frischem Leinöhle, woraus er sich leichter ablagert, und benützt das Abgegossene sodann zur nächsten Firnißbereitung.

Das Kochen des Oehles muß wegen möglicher Entzündung desselben mit gehöriger Vorsicht an einem feuersicheren Orte vorgenommen werden; um das allenfalls sich entzündende Oehl zu löschen, muß man einen gut passenden Deckel, und wollene, stark angefeuchtete Tücher in Bereitschaft halten. Die Gefahr der Entzündung wird sehr vermindert, wenn der das Oehl enthaltende Kessel die Oeffnung des Feuerraumes mit seinem Umfange genau schließt, und ist nebstbei auch noch ein breiteres Mauerwerk vorhanden, das den Kessel umgibt, so ist selbst beim Ueberlaufen keine Entzündung zu besorgen.

Oehl, welches frisch ist und noch Wasser und schleimige Theile enthält, schäumt zu Anfange der Erhitzung, in Folge der entstehenden Wasserdämpfe sehr stark, daher derlei Oehl nur langsam und allmälich erwärmt werden soll. In dem Maße, als das Wasser weggeschafft ist, vermindert sich das Schäumen und scheinbare Sieden, und das Oehl fließt endlich ganz ruhig; daher tritt auch bei einem alten, abgelegenen und ausgetrockneten Oehle anfänglich gar kein, oder nur ein geringes Schäumen ein. — Wird die Erhitzung weiter fortgesetzt, so erscheint jener Punkt, wo eine partielle Zersetzung statt findet, die durch Entwicklung eines entzündlichen (aus einem flüchtigen brenzlichen Oehle und Kohlenwasserstoffgas bestehenden) Dampfes unter Aufwallen sich kund gibt. Die Menge des Dampfes, welche sich ent-

wickelt, gibt hier den Maßstab zur Regulirung der Temperatur, wonach das Feuer sogleich gemindert werden muß, wenn unter bedeutendem Aufwallen ein starker Dampfqualm sich entbindet, da es durchaus überflüssig ist, das Oehl weiter, als bis zu einem gelinden Sieden zu erhitzen, wo die Bewegung kaum sichtbar, und die Dampfbildung noch sehr mäßig ist.

Das Bleioxyd, so wie die Zutritt habende Luft wirken hiebei, wie schon erwähnt wurde, oxydirend auf das Oehl ein, wodurch ersteres größtentheils reducirt als graues Pulver auf dem Boden liegen bleibt; ein Theil desselben wirkt auch Seife bildend auf das Oehl, und diese, in dem übrigen Oehle gelöste Seife führt ebenfalls eine große Neigung zum Trocknen herbei; kohlensaures Bleioxyd ist hiebei wenig wirksam. Andere Zusätze, als Zinkvitriol, Eisenvitriol, werden nicht zersetzt, sondern wirken nur, wie Gips und Umbra, klärend auf das Leinöhl, indem sie die schleimigen Theile abscheiden. Die genannten Salze müssen früher durch Erwärmen von ihrem Krystallwasser befreit werden, um durch das in der Hitze des Leinöhles rasch entweichende Wasser nicht ein zu großes Aufschäumen und Ueberlaufen herbei zu führen. Auch der seines Krystallwassers befreite Bleizucker wird zum Firnißsieden empfohlen. Knoblauch, Zwiebel, Brod u. dgl., welche man ebenfalls mit den genannten Stoffen einzutragen pflegt, haben keine eigene Wirkung, sondern dienen nur durch ihr Braunwerden als Thermoskope.

Die Oxydation des Oehles erfolgt um so schneller, je mehr Bleioxyd zugesetzt worden ist, und je höher die Hitze dabei gesteigert wird; am schnellsten, wenn dieselbe bis ganz nahe zum Siedpunkte reichet. Ein zu großer Zusatz von Bleioxyd, besonders bei lang dauernder Erhitzung, macht die Masse dick und steif. Man bereitet sich auch vorsätzlich solchen verdickten Leinöhlfirniß, und löset ihn sodann zum Gebrauche in klarem Leinöhl oder Terpentinöhl bei ganz gelinder Wärme auf. Eine zu hohe Temperatur bewirkt nebst der Gefahr der Entzündung, daß der Firniß eine mehr oder weniger dunkle Farbe annimmt, daher Firniß, der ungefärbt bleiben soll, bei niedriger Wärme bereitet wird, welche aber um so länger anhalten muß. Man erhitzt daher das Oehl unter Zusatz von Wasser, wodurch die Temperatur nicht über den Siedpunkt des Wassers steigen kann; das verdampfte Wasser ersetzt man durch ein neues, im siedend heißen Zustande, und setzt diese Operation 5 bis 6 Stunden fort. In diesem Falle dürfen jedoch die zugesetzten Substanzen nicht in das Gefäß hineingeschüttet werden, wie in vorigem Falle, indem sie nur mit dem am Boden befindlichen Wasser in Berührung kommen würden, sondern sie werden in Leinwand eingebunden in das Oehl hineingehängt, ohne die Metallfläche des Kessels zu berühren. Auf gleiche Weise kann das

Erhitzen des Oehles im Wasserbade geschehen; eine Salzlauge statt des Wassers würde eine etwas höhere Temperatur als 80° gestatten. Am zweckmäßigsten und sichersten würde man durch eine beliebige Zeit eine gleichförmige und hinreichende Erhitzung mittelst eines Dampfapparates bei etwas verstärkter Spannung der Dämpfe bewirken, wobei die Operation beliebig ohne Gefahr ins Große getrieben werden könnte. Uebrigens ist aber auch schon eine bloße Digestionswärme, sogar die gewöhnliche Zimmerwärme, im Sommer die Sonnenwärme hinreichend, die Orydation des mit der Bleiglätte in Berührung stehenden Oehles, besonders des durch Sieden (wie oben) gereinigten zu bewirken; jedoch ist verhältnißmäßig längere Zeit nothwendig. — Der Leinöhlfirniß trocknet, auf eine Fläche aufgestrichen, an der Luft zu einer biegsamen und elastischen Firnißlage aus, die einige Aehnlichkeit mit dem Kautschuk hat. Leinöhlfirniß wird mit verschiedenen Farben auf dem Reibsteine angerieben, zum Anstreichen fester, der Witterung widerstehender Gegenstände, als: Holz, Blech, Eisenwaaren, ferner sämmtlicher Artilleriefuhrwerke und Lafeten, eben so der Patronensäcke benützt; er dient mit Mennig versetzt, zu Kitten, und ist die Grundlage des Oehllackfirnisses.

Zum Firniß, der die Grundlage des Anstriches für Lafeten und Artilleriefuhrwerke ist, nimmt man auf 61 Pf. Leinöhl $1^3/_4$ Pf. Bleiglätte, 28 Lth. Mennig, und man erhält daraus 58 Pf. Firniß. Zur Grundfarbe kommen sodann auf 5 Pf. Firniß 5 Pf. weiße und 2 Pf. gelbe Erde; zum Reinanstrich auf $4^1/_2$ Pf. Firniß 1 Pf. Bleiweiß, 3 Pf. weiße und 2 Pf. gelbe Erde; zur schwarzen Oehlfarbe wird in 5 Pf. Firniß 1 Pf. Kienruß abgerieben. Zum Patronensäckeanstrich wird auf jedes Pfund Leinöhl an $1^1/_8$ Lth. Glätte, und eben so viel Eisenvitriol oder statt letzteren $^1/_2$ Lth. Zinkvitriol zugesetzt.

Die Grundmasse zu dem wasserdichten Anstrich für Karrendeckel besteht für 100 Ellen Zwillich aus 20 Maß Wasser, in welches unter Sieden 6 Seitel Roggenmehl, zuvor mit 4 Seitel Leinöhl und $1^1/_2$ Maß Wasser abgerührt, eingetragen werden; sie wird auf einer Seite des Zwilliches eingerieben; die sodann auf beide Seiten aufzutragende Anstrichmasse ist: 25 Maß durchgeseihtes Ochsenblut, welches mit $31^1/_2$ Pf. Leinöhl und 1 Pf. Kienruß abgerührt, und durch Zusatz von 1 Pf. fein geriebenem Alaun verdickt ist; jeder Anstrich trocknet in 6 bis 24 Stunden. Nach der Eindeckung des Karrens wird auf der Außenseite noch ein Anstrich aufgetragen.

2. Wachs.

482. Das Wachs reihet sich, seiner chemischen Natur nach, unmittelbar an die Fette des Pflanzenreiches an. Man findet es sehr verbreitet im Pflanzenreiche, als Ueberzug auf Blättern, jungen Zweigen, Früchten u. s. w. Das im Handel vorkommende Wachs ist das Bienenwachs,

welches von denselben, aus den verschiedenen Pflanzen aufgenommen, und unverändert, zur Erbauung der Behältnisse oder Zellen für den Honig, ausgeschieden wird; nach andern Naturforschern ist jedoch das Wachs nicht ein Educt des Pflanzenreiches, sondern ein, durch einen organischen Proceß erzeugtes, und von den Bienen ausgeschiedenes Product, weil Bienen mit Honig gefüttert, ebenfalls Wachs liefern sollen.

Man gewinnt das Bienenwachs durch Auskochen der Honigwaben mit Wasser, wodurch der Honig entfernt wird und das Wachs mit gelber, selbst brauner Farbe und einem Geruche nach Honig zurückbleibt. Diejenigen Zellen, in welchen noch nie Honig abgesetzt war, geben weißes Wachs. Gefärbtes Wachs kann durch bloße Einwirkung des Lichtes gebleicht werden, doch nicht gleich leicht und schön. Hiezu wird das, bei gelinder Hitze geschmolzene, und von den zu Boden gesetzten Unreinigkeiten decantirte Wachs in dünne Streifen geformt oder gebändert, an einem vor Rauch, Staub, Wind u. s. w. geschützten Orte den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt, öfters mit Wasser bespritzt und fleißig umgewendet. Wenn es an der Oberfläche weiß geworden ist, so wird es abermals geschmolzen, gebändert und an die Sonne gebracht, und dieses so oft, bis es durch und durch weiß geworden ist; durch die Behandlung mit Chlor und dessen Bleichpräparaten soll das Wachs spröde werden.

Das Wachs ist in diesem gereinigten Zustande weiß, an dünnen Kanten durchscheinend, von splitterigem Bruche, ohne Geschmack, aber eigenthümlichem, schwachem Geruche, in der Dichte von 0.966, in der Kälte spröde, wird ungefähr bei 20° weich, daß es sich kneten läßt, schmilzt bei 56°, wobei es ganz wie fettes Oehl aussieht, dem es auch in seinem Verhalten bei höherer Temperatur ähnlich ist.

Das Wachs löset sich nicht in Wasser und kaltem Alkohol, wohl aber in Aether. Durch Befeuchten mit Alkohol wird es spröde, worauf sich die Methode gründet, Wachstropfen aus Kleidern zu bringen. Das vorzüglichste Lösungsmittel für dasselbe sind die ätherischen und fetten Oehle (Wachsfirniß aus 5 Wachs und 11 Terpentinöhl); von Säuren wird es nicht verändert.

Das Wachs der Bienen, so wie das von den verschiedenen Pflanzen gesammelte, besteht wenigstens aus 2 Bestandtheilen, welche durch heißen Alkohol geschieden werden können, nämlich dem löslichen, durch Kali verseifbaren Cerin, und dem unlöslichen, nicht verseifbaren Miricin.

Wachs wird nicht selten verfälscht mit Mehl oder Talg. Die erstere Verfälschung, welche dem Wachse einen bröckligen Bruch verschafft,

erkennt man durch den Bodensatz, der sich bei ruhigem Schmelzen hiedurch bildet; letztere, welche häufiger vorkommt, benimmt ihm den splitterigen Bruch, macht es weicher und läßt den Talggeruch bemerken, welcher sich beim Ausblasen des Dochtes eines daraus erzeugten Lichtes verbreitet. — Ein chemisches Mittel jedoch, zur sicheren Ausmittlung dieser Verfälschung mit Talg, gibt es nicht, außer der trockenen Destillation, wobei Talg Benzoesäure gibt, die mit essigsaurem Bleioxyde einen unlöslichen Niederschlag hervorbringt.

Das Wachs wird in den Künsten vielfach benützt, worunter die Darstellung der Lichte die bekannteste ist. Seiner Unangreifbarkeit von Säuren wegen dient es als Aetzgrund für Kupferstecher, zum Ueberziehen von Stöpseln, die mit Säuren in Berührung kommen; ferner im Artillerielaboratorio dienet gelbes Wachs mit ½ Terpentin zur sogenannten Blätter- oder Pflasterwichs, mit eingerührtem Salpeter ist es als Bindemittel ein Bestandtheil des Satzes für Leuchtkörper, ferner mit Pech, Harz, Terpentin und Ziegelmehl gibt es den sogenannten Stoßplattenkitt u. s. w.

3. Aetherische Oehle.

483. Die ätherischen oder flüchtigen Oehle finden sich vorzüglich in Vegetabilien, von deren Wohlgeruch sie, in Folge der beständigen Verdünstung, die Ursache sind. Sie sind theils durch die ganze Pflanze verbreitet, theils nur in einzelnen Theilen derselben enthalten. Nebst dem werden sie auch im Mineralreiche, wie das Steinöhl oder Naphtha, getroffen und machen einen Bestandtheil besonderer thierischer Stoffe aus. Auch das bei der trockenen Destillation organischer Stoffe sich erzeugende Oehl gehört in die Klasse der ätherischen Oehle. (Siehe Producte der trockenen Destillation.) — Die ätherischen Oehle sind theils farblos, theils verschieden gefärbt, als gelb, roth, grün (einige färben sich erst allmälich durch den Einfluß des Lichtes und der Luft). Sie haben einen ausgezeichneten Geruch, und einen aromatisch scharfen, brennenden Geschmack. Sie sind dünnflüssiger als fette Oehle, meistens specifisch leichter als Wasser, lösen sich in demselben ein wenig auf, daher Wasser, über derlei Oehl enthaltende Pflanzenstoffe abdestillirt, den Geruch und Geschmack des Oehles annimmt. Sie sind ferner löslich in Alkohol, in Aether und fetten Oehlen (weniger in Weingeist); selbst lösen sie Schwefel, Phosphor, und viele organische Stoffe, als Kampher, Wachs, Harze, Farbstoffe u. s. w. Ihr Siedpunkt, obwohl sie in Folge der Verdünstung Geruch verbreiten, liegt meistens zwischen 120 und 128° (Steinöhl ausgenommen, das bei 68° kocht); doch werden sie, dem Wasser beige-

mischt, gleichsam mechanisch mitgerissen. Für sich der Destillation unterworfen, geht ein Theil unverändert über, ein Theil jedoch wird meistens hiebei schon zersetzt. Sie sind leicht entzündlich, und brennen mit hellleuchtender, stark rauchender Flamme. An der Atmosphäre ziehen sie Sauerstoffgas an, erzeugen Harz, kohlensaures Gas, Essigsäure, Benzoesäure u. s. w., werden dickflüssig und dunkler gefärbt; ihr starker Geruch vermindert sich.

Die ätherischen Oehle bestehen aus einem schwer schmelzbaren Stoffe, Stearopten, welcher sich eben deswegen bei einer Temperatur unter 0° ausscheiden läßt, und aus einem selbst in sehr strenger Kälte noch flüssigen Bestandtheil, Elaeopten. In Bezug ihrer Elementarzusammensetzung sind die meisten derselben Verbindungen von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff; einige enthalten auch Schwefel, andere nur Sauerstoff und Wasserstoff allein.

Die ätherischen Oehle werden als Handelsartikel oft verfälscht durch fette Oehle (Behenöhl, welches nicht leicht ranzig wird), durch Alkohol oder durch ein anderes ätherisches Oehl, das durch Alter bereits seinen Geruch verloren hat oder wohlfeiler ist, z. B. durch rectificirtes Terpentinöhl, Citronenöhl. Die Verfälschung mit einem fetten Oehle erkennt man durch die Fettaugen, die sich auf dem Weingeiste zeigen, in den man verfälschtes ätherisches Oehl tröpfelt, oder durch den dauernd transparenten Fleck, den es auf Papier hervorbringt. — Die Verfälschung mit Alkohol zeigt sich durch den milchichten Streif, den ein in ruhiges Wasser fallender Tropfen eines solchen Oehles hervorbringt, während reines Oehl das Wasser ganz ungetrübt läßt. — Die Beimengung eines wohlfeileren Oehles erkennt man durch den Geruch, welchen bei sehr langsamer Verdampfung das verdächtige Oehl verbreitet; hiezu läßt man einige Tropfen auf Papier fallen, und überzeugt sich durch den Geruch nach einiger Zeit. Da nämlich die ätherischen Oehle nicht gleich flüchtig sind, so verdampfen die feineren Oehle zuerst und hinterlassen dann den Geruch nach einem zweiten Oehle; bei der Behandlung eines mit Terpentinöhl verfälschten Oehles mit Alkohol, löset sich das feine Oehl leichter auf, als das Terpentinöhl. Ueberhaupt können die letzteren Verfälschungen nur bei einer großen Uebung mit einem feineren Geruchsorgane entdeckt werden.

484. Für den Techniker ist unter den übrigen ätherischen Oehlen das Terpentinöhl von Wichtigkeit, welches aus dem gemeinen Terpentin durch Destillation mit Wasser erhalten wird, während Kolophonium in der Retorte zurückbleibt. Es ist farblos, von einer Dichte von 0.86, wird durch Einwirkung der Luft und des Lichtes allmälich verändert. Man gebraucht es theils roh, theils im rectificirten Zustande als Auflösungsmittel für Harze, zu Terpentinöhlfirnissen, zum Verdünnen des Leinöhlfirnisses, zum Fleckausbringen, in der Feuerwerkerei u. s. w. — Spiköhl, eine mindere Sorte von Lavendelöhl, das noch überdieß mit Terpentinöhl verfälscht wird. Nicht selten wird auch Terpentinöhl mit dem Namen Spiköhl belegt. — Im Mineralreiche kommt das Steinöhl, Naphtha, Petroleum, vor. Es findet

sich in mehren Orten in Persien und Indien, wo es von selbst aus der Erde hervorquillt, theils auch in eigens dazu gegrabenen Brunnen angesammelt wird. Die persische Naphtha ist farblos, leicht entzündlich, in der Dichte 0.75, kocht schon bei 68°. Das im Handel vorkommende Steinöhl ist von röthlich gelber Farbe, welche im reflectirten Lichte einen eigenen blauen Schimmer darbietet; es wird durch Rectification ebenfalls farblos.

Nelkenöhl, Lavendelöhl, Rosenöhl, Citronenöhl, Chamillenöhl u. v. a. werden in der Parfümerie, Medicin und Liqueurfabrication angewendet. — Zur Gewinnung der ätherischen Oehle bedient man sich des Auspressens oder gewöhnlich der Destillation der öhlhaltigen Pflanzentheile mit Wasser; das übergehende aromatische Wasser gießt man auf eine neue Portion von Pflanzentheilen und zieht es abermals ab, wodurch endlich das mitgenommene Oehl nicht mehr aufgelöset bleiben kann, sondern sich ausscheidet. Enthalten die Pflanzentheile zu wenig vom ätherischen Oehle, so schichtet man sie mit in fettem Oehle getränkter und ausgepreßter Baumwolle; das ausgedünstete und von der Wolle aufgenommene Oehl wird sodann durch Destillation mit Wasser erhalten oder mit Weingeist ausgezogen.

Zu den ätherischen Oehlen werden auch gerechnet die durch die trockene Destillation organischer Körper erhaltenen Oehle, Brandöhle. Hieher gehören insbesondere: Hirschhornöhl, aus thierischen Stoffen von unerträglichem Gestanke; Kienöhl, aus dem bei der Theerschweelerei erhaltenen Harze; Steinkohlentheeröhl, Bernsteinöhl, Kautschuköhl u. s. w.

An die ätherischen Oehle reihet der Kampher sich eben so an, wie das Wachs an die fetten Oehle. Man gewinnt ihn aus dem Holze des Kampherbaumes durch Destillation mit Wasser, in eisernen oder kupfernen Destillirapparaten als graues Sublimat, das sich an dem Stroh, womit die Helme ausgefüttert sind, ablagert (roher Kampher). Durch abermalige Sublimation unter einem Zusatze von Kalk in niederen gläsernen Kolben wird er raffinirt. Kampher wird zuweilen in der Feuerwerkerei gebraucht, als Zusatz zu Firnissen empfohlen, ferner als Mittel gegen Motten und in der Medicin angewendet.

4. Kautschuk.

485. Kautschuk, Federharz, **Gummi elasticum**, ist der eingetrocknete milchichte Saft mehrer ost- und westindischer Bäume. Der durch eigens gemachte Einschnitte aus denselben ausfließende Saft wird lagenweise auf thönerne, meistens flaschen- oder kugelähnliche Formen gestrichen, und jede Lage zuerst an der Sonne, dann über Rauchfeuer getrocknet. Hat der Ueber-

zug die verlangte Dicke erreicht, so wird der Kern durch die unbestrichen gelassene Stelle mit einem spitzigen Instrumente zerbrochen und herausgenommen. — Eine andere wohlfeilere Sorte, **Gummispeck**, kommt in Form von 2″ dicken Platten vor, deren Oberfläche rauh und schwarz, das Innere aber weiß und poröse ist, und einen fauligen Geruch verbreitet, wahrscheinlich in Folge einer beginnenden Zersetzung des Eiweiß enthaltenden Saftes, der in diesem Falle aus dem Baume, in flache Gruben geleitet, viel langsamer austrocknet. — Gegenwärtig wird auch die natürliche milchichte Flüssigkeit in wohlverstopften Flaschen nach Europa gebracht; bei größeren Quantitäten gehört viel Vorsicht dazu, daß der Saft nicht in Fäulniß übergehe.

Das reine Kautschuk ist in dünnen Schichten durchsichtig und farblos, in dickeren Stücken gelblich, ohne Geschmack, aber von schwachem, nicht unangenehmen Geruche, in der Dichte 0.93. Es ist ausgezeichnet elastisch, und obschon es in der Kälte hart und steif ist, so wird es doch durch Erwärmen wieder biegsam, und zeigt nie Sprödigkeit. Frische Schnittflächen, die man an einander drückt, haften so fest zusammen, wie vor dem Zerschneiden. — Das Kautschuk erweicht sich im warmen Wasser, und schwillt etwas auf, geht aber beim Trocknen in seinen vorigen Zustand zurück. Bei ungefähr 100° schmilzt es, läßt sich auch ohne Zersetzung noch höher erhitzen, dessen ungeachtet bleibt es nach dem Erkalten eine theerartige Masse, die erst nach sehr langer Zeit austrocknet. Mit ätherischen Oehlen verbindet sich dieselbe leicht, bevor sie ausgetrocknet ist. Es verbrennt mit heller rußender Flamme.

Das Kautschuk ist selbst in dünnsten Schichten vollkommen undurchdringlich für Luft und Wasser und widersteht den kräftigsten chemischen Agentien. Chlor, Salzsäure, Ammoniak, selbst siedende, höchst concentrirte Kalilauge greifen es nicht an, eben so auch nicht kalte Schwefelsäure. Rauchende Salpetersäure jedoch, selbst im kalten Zustande, so wie heiße Schwefelsäure, zerstören dasselbe.

486. Als Auflösungsmittel kannte man früher nur den sehr kostbaren Schwefeläther, der noch wegen seiner schnellen Verdünstung die Handhabung sehr erschwerte. Gegenwärtig wird das viel wohlfeilere Terpentinöhl und Steinkohlentheeröhl hiezu verwendet; es tritt jedoch hiebei der Umstand ein, daß die mit dieser Auflösung bestrichenen Flächen, anfänglich wohl austrocknen, jedoch nach einiger Zeit eine klebrige oder schmierige Beschaffenheit annehmen. Es scheint dieses durch die Einwirkung des fest zurückgehaltenen Oehles, oder eigentlich der durch Einfluß von Luft und

Licht aus diesem Reste gebildeten, harz- oder theerartigen Substanz auf das Kautschuk hervorzugehen. Es muß daher Oehl, welches hiezu verwendet werden soll, sorgfältig von allem aufgelösten Harze durch Destillation gereiniget, zugleich aber auch die fernere harzhervorrufende Zersetzung in ihrer Verbindung mit dem Kautschuk gehindert werden, was nach der von Lüdersdorf gemachten Entdeckung dadurch geschieht, daß gereinigtes Terpentinöhl mit 3 Proc. Schwefel bis auf 90° erhitzt und unter Umrühren eine kurze Zeit bei dieser Temperatur erhalten wird.

Das mit einer nassen Scheere klein zerschnittene, durch kochendes Wasser erweichte und getrocknete Kautschuk wird mit dem Oehle übergossen, und durch einige Wochen der Maceration ausgesetzt, wonach es sorgfältig zerrieben, und nochmals mit demselben angerührt wird, wodurch man, je nach der Menge des Oehles (der 3 bis 10fachen Menge), eine teig- oder firnißartige Emulsion erhält, die sich lange aufbewahren läßt, auf irgend einen Körper gestrichen, schnell trocknet, und das Kautschuk mit seiner natürlichen Eigenschaft zurückläßt.

Ein von Benzinger angegebenes, äußerst wirksames Mittel, die Klebrigkeit des eingetrockneten Kautschuks vollständig zu beseitigen, ist eine heiße concentrirte Lösung von Schwefelleber in Wasser, welche man in 24 Thln. eines auf die angegebene Weise aus 1 Thl. Kautschuk und 11 Thln. Terpentinöhl bereiteten dünnen Breies einrühret. Man erhält hiedurch eine gelbe Emulsion, welche beim Trocknen das Kautschuk in vollkommen elastischem Zustande, und ohne die geringste Klebrigkeit zurückläßt. Die wässerige Lösung zieht sich beim Trocknen auf die Oberfläche, so daß das eingetrocknete Kautschuk fast ganz frei von Schwefelleber ist. Laugen von ätzendem oder kohlensaurem Kali besitzen diese Eigenschaft nicht.

Ein anderes, ebenfalls sehr wirksames, aber nicht überall zu erlangendes Auflösungsmittel ist das durch Destillation des Steinkohlentheers erhaltene Steinkohlentheeröhl. In hinreichender Menge angewandt, liefert es eine vollständige Auflösung, in geringerer Menge dagegen einen klebrigen Brei, welcher ziemlich leicht, besonders bei Behandlung mit heißen Wasserdämpfen, austrocknet. — Zu den Auflösungsmitteln des Kautschuks gehört endlich noch das durch dessen trockene Destillation erhaltene flüchtige Oehl, Kautschuköhl, welches zu diesem Ende einer nochmaligen Rectification unterworfen wird.

Außer zum Auswischen von Bleistiftstrichen, braucht man das Kautschuk zur Herstellung biegsamer luftdichter Röhrenverbindungen bei chemischen Operationen (wozu es seine Unangreifbarkeit von vielen chemi-

schen Agentien besonders eignet); die obige Auflösung verwendet man zur Luft- und Wasserdichtmachung verschiedener Zeuge, Gewebe, Leder u. s. w.; zu Schläuchen für Feuerspritzen, Luftkissen u. s. w., selbst zu Schuhen; zu letzteren, indem man Formen von Holz mit der Auflösung überstreicht und den Ueberzug durch Umstülpen herunterzieht. Man fertigt daraus ferner verschiedene Bekleidungsgegenstände, in Streifen zerschnitten und mit Wolle, Seide u. s. w. übersponnen, elastische Bänder und Schnüre; endlich findet der Kautschuk auch Anwendung zur Erzeugung verschiedener chirurgischer Vorrichtungen.

5. Harze.

487. Die Harze gehören zu den im Pflanzenreiche sehr häufig vorkommenden Stoffen. Sie fließen, meistens mit mehr oder weniger ätherischem Oehle verbunden, entweder freiwillig aus der Rinde der Bäume oder durch Einschnitte aus, welche man in dieselbe gemacht hat; auch zieht man dieselben mit Weingeist aus den harzigen Pflanzentheilen aus, schlägt sie aus diesen Lösungen entweder durch Zusatz von Wasser nieder, oder destillirt den Weingeist ab, worauf man sie trocknet und schmilzt. Nebst dem erzeugen sich Harze beim Processe der trockenen Destillation organischer Körper (Brandharze), wie auch durch Einwirkung von Mineralsäuren auf organische Stoffe. Auch fossil vorkommende Harze kennet man, die ihren Ursprung wahrscheinlich der Zersetzung organischer Substanzen verdanken.

Die gemeinschaftlichen Eigenschaften der Harze sind: Unauflöslichkeit im Wasser, Löslichkeit im Alkohol, der für manche heiß, für manche wasserfrei sein muß, Schmelzbarkeit in der Wärme, Entzündlichkeit durch andere brennende Körper, wobei sie mit hell leuchtender, aber stark rauchender Flamme brennen. Sie sind Isolatoren der Elektricität und werden durch Reiben ausgezeichnet negativ elektrisch. Die Dichte derselben fällt zwischen 0.93 und 1.20, sie sind geschmack- und geruchlos. (Durch Beimengung fremder Materien, schmecken jedoch einige scharf, bitter u. dgl.) Die Harze sind entweder farblos oder gelblich, gelb, braun, grün. Nebst dem Alkohol ist Schwefelkohlenstoff ein Lösungsmittel der Harze, für viele auch Aether und ätherische Oehle; aus ihren geistigen Lösungen werden sie durch Wasser fein vertheilt niedergeschlagen. — Mit Alkalien bilden sie, ohne eine Zersetzung zu erleiden, lösliche Verbindungen. Glanz, Durchsichtigkeit und Consistenz, so wie ihr Verhalten zu den verschiedenen Lösungsmitteln ist verschieden, so daß das aus jeder Pflanzenart gewonnene Harz besondere Eigenthümlichkeiten zeigt. So wie die fetten Oehle aus mehren Fettarten zusammengesetzt

erscheinen, so sind auch die Harze Gemische mehrer von einander trennbarer Harze; sie bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und nur wenig Sauerstoff; nie enthalten sie Stickstoff. Nach ihrer Consistenz theilt man sie in Weich- und Hartharze.

488. **Weichharze.** Sie sind natürliche Verbindungen von Harz mit einem ätherischen Oehle, haben eine honigähnliche Consistenz, einen ausgezeichneten Geruch, und scharfen beißenden Geschmack; sie verlieren an der Luft allmälich einen großen Theil des ätherischen Oehles, theils durch Verdünstung, theils durch Oxydation, wodurch sie fest werden, verharzen. Bei der Destillation mit Wasser geben sie ätherische Oehle und hinterlassen Harz. Hiezu gehört der Terpentin. Derselbe fließt aus dem Stamme verschiedener Nadelhölzer, wozu man sie an der Mittagsseite von der Rinde entblößt, und nahe am Fuße zur Ansammlung des Harzes aushöhlt. Er hat eine honigartige Consistenz, eine graugelbe Farbe, und besteht aus Harz und Terpentinöhl; letzteres geht bei der Destillation mit Wasser über, während ersteres als Kolophonium von gelber oder brauner Farbe zurückbleibt. An der Luft trocknet er allmälich zu weißem Harze aus; so wie es sich an den entblößten Stellen des Baumes in weichen weißgelben, an der Außenseite verhärteten Klumpen absetzt, heißt es Gallipot oder Fichtenharz, ein an Oehl wenig reicher Terpentin. — Man unterscheidet verschiedene Sorten von Terpentin; sie sind nach der Baumart, aus welcher dieselben gewonnen werden, nach dem Klima und Boden, und nach der bei seiner Ansammlung angewendeten Sorgfalt reicher oder ärmer an ätherischem Oehle und besitzen mehr oder weniger Durchsichtigkeit und helle Farbe. Gemeiner Terpentin aus Fichten und Tannen, von graugelber Farbe und arm an ätherischem Oehle. — Straßburger Terpentin, aus den Weiß- oder Edeltannen, ist dünnflüssiger, wegen des größeren Gehaltes an ätherischem Oehle, durchsichtiger und lichter gefärbt. — Venetianischer Terpentin, den vorhergehenden noch übertreffend in den genannten Eigenschaften; ferner ungarischer oder karpathischer Terpentin, canadischer Terpentin u. s. w.

In die Klasse der Weichharze gehören ferner: Copaiva-Balsam, ziemlich flüssig, zur Anfertigung von Papieren zum Durchzeichnen, und zu einigen Lackfirnissen. — Peru-Balsam, von öhlartiger Consistenz als Zusatz zu Siegellack (statt Vanille, deren Geruch er besitzt), Pomade u. s. w. Flüssiger Storax, seines angenehmen Geruches wegen zu Räucherungen, Mecca-Balsam, Tolu-Balsam. — Vogelleim, natürlicher, ist der Rückstand, wenn Mistelbeeren im Wasser gekocht und die Hül-

sen u. s. w. weggeschlemmt werden. Künstlicher Vogelleim ist eingekochtes Leinöhl (Buchdruckerfirniß) oder eine Mischung von Chlorzink und Leim.

489. **Harte Harze.** Kolophonium oder Geigenharz. Hierunter versteht man das durch Destillation von dem flüchtigen Oehle befreite Harz der verschiedenen Terpentingattungen. So wie es in der Destillirblase zurückbleibt, bildet es eine halb durchscheinende, spröde Harzmasse von dunkler gelbbrauner Farbe, die sich zu einem gelblichweißen Pulver zerreiben läßt; es schmilzt bei 108°, wird aber schon bei 56° weich. Die gewöhnlichen Lösungsmittel der Harze lösen es auf. Steinöhl zerlegt es in ein auflösliches und ein unauflösliches Harz. — Ist bei der Destillation der Rückstand noch nicht vollkommen vom Oehle befreit, so erweicht es sich leicht, und führt den Namen gekochter Terpentin. — Durch Schmelzen in offenen Kesseln, und darauf folgendes Durchseihen durch Stroh oder einen groben Sack, auch durch ein Drahtsieb, zur Entfernung der beim Aufsammeln beigemengten Holzspäne, Fichtennadeln und anderer Unreinigkeiten, erhält man das gewöhnliche Pech, das noch einen kleinen Antheil Terpentinöhl enthält, und erst nach langem Schmelzen, durch Verjagung von allem Oehle und Wasser zu Kolophonium wird; das sogenannte weiße oder Burgunder-Pech wird erhalten, indem Terpentin, nachdem das Oehl größtentheils abdestillirt ist, mit Wasser unter stetem Umrühren, bis zu dessen gänzlicher Entfernung geschmolzen gehalten, und dann noch heiß durch Stroh filtrirt wird, oder indem man Kolophonium mit ⅓ Gallipot zusammenschmilzt.

Man gebraucht diese verschiedenen Fichtenharze zu Kitten, zu Firnissen, in der Feuerwerkerei, zur Darstellung von Leuchtgas u. s. w.

An dem zum Filtriren des gemeinen Terpentins gebrauchten Strohe bleibt viel unreines Terpentin hangen; durch Ausschmelzen desselben erhält man das schwarze oder Schusterpech. Auch kann man dieses Stroh, so wie die beim Ausschmelzen bleibenden Rückstände, Pechgrieben, zum Kienrußbrennen verwenden.

Gummilack, eine harzige Materie, welche in Ostindien von den Zweigen mehrer Bäume und Sträucher gesammelt wird. Er entsteht, indem eine Art Schildlaus Einstiche in die jungen Zweige macht; in die ausfließende schleimige Flüssigkeit hüllen sich die Thierchen mit ihrer Brut ein, später durchbrechen diese Insekten die äußere Hülle, und hinterlassen nun die an den Zweigen noch haftende Harzmasse, die mit dem Pigmente jenes Insektes eigenthümlich mehr oder weniger braunroth gefärbt ist.

Man unterscheidet: Stocklack, d. i. die rohe an den abgeschnittenen Zweigen haftende Harzmasse, welche noch das ganze Pigment enthält,

und daher braunroth gefärbt ist. Körnerlack, welcher aus dem vorigen durch Absonderung der holzigen Theile, und durch Auskochung in schwacher Sodalauge, um das von den Insekten herrührende Pigment zum Theil wegzuschaffen, dargestellt wird. Schellack oder Tafellack, welcher durch Schmelzen des Harzes, Durchpressen durch hanfene Säcke und Zusammendrücken dieser durchgepreßten noch weichen Masse zwischen Pisangblättern erhalten wird.

Der Schellack kommt in dünnen Täfelchen von brauner und braungelber Farbe vor, ist durchscheinend, glänzend, hart, von muschlichem Bruche. Er löset sich in Alkohol (nicht in ätherischen und fetten Oehlen), ferner in Salzsäure und Essigsäure, endlich auch in Kalilauge, die davon neutralisirt wird. Die dunkel gefärbte, alkalische Lösung kann durch hineingelegtes Chlor gebleicht, und das farblose Harz zugleich durch Salzsäure gänzlich daraus gefällt werden. Dieser Niederschlag gehörig ausgesüßt und getrocknet, liefert mit Weingeist einen völlig farblosen Firniß. Die Anwendung des Schellacks ist zur Tischlerpolitur, zu Elektrophorkuchen, Siegellack unter Zusatz von Terpentin und verschiedenen Farbstoffen, zu Firnissen, mit anderen Substanzen, z. B. fein gepulvertem Ziegelmehle zusammengeschmolzen zu Kitten, die aber keine große Erwärmung vertragen.

Der Gummilack enthält außer Farbstoff, Extraktivstoff und Fett noch mehre verschiedene harzige Substanzen.*

490. Kopal kommt vor in der Form von Tropfen, Kugelkopal, auch ostindischer oder afrikanischer genannt, oder in größeren meistens tafelförmigen Stücken, westindischer oder amerikanischer Kopal; eine geringere, selbst in Stücken von 8 Unzen vorkommende Sorte mit Insekten im Innern, und Resten von Holz, führt den Namen Insektenkopal. Der Kopal ist wasserhell oder nur sehr wenig gelb gefärbt, hat einen muschlichen, glänzenden Bruch, ist fast so durchsichtig wie Glas, (die Oberfläche jedoch ist gewöhnlich rauh). Er ist hart, wird bei 40° weich, etwas elastisch, bei 60° bläht er sich auf, und fließt dann ruhig; bleibt er länger in diesem Zustande, so verbreitet er einen gewürzhaften Geruch, indem er braun wird und Wasser und flüchtiges Oehl entbindet. Kopal löset sich in seinem natürlichen Zustande weder in Alkohol, noch in Terpentinöhl und fetten Oehlen vollständig auf. Am leichtesten erfolgt die Auflösung desselben in Alkohol, wenn er vorher geschmolzen wird, wobei aber ein Braunwerden desselben nicht zu vermeiden ist; man hat daher eigene Vorrichtungen, Schmelztrichter, aus denen der Kopal in dem Maße, als er schmilzt, auch sogleich abfließt, um nicht länger der Hitze ausgesetzt zu bleiben. Dieser

durchgeschmolzene, so vorbereitete Kopal löset sich sodann in Alkohol, auch in Terpentinöhl auf, wozu man ihn frisch pulvert, und mit Glaspulver mengt, um ein Zusammenbacken und dadurch die Verminderung der Oberfläche zu verhindern.

Um den Kopal ganz unverändert aufzulösen, setzt man denselben den heißen Alkohol- oder Terpentinöhldämpfen bei dem gewöhnlichen, oder besser bei vermehrtem Drucke aus, oder man behandelt denselben früher mit Aether. Im ersten Falle hängt man Kopal grob gestoßen in einem Beutel von lockerem Zeuge in den Hals eines mit Alkohol zum Theile gefüllten Kolbens, und hält den Alkohol in einer dem Sieden nahen Temperatur (Terpentinöhl jedoch im wirklichen Sieden); der in den heißen Dämpfen erweichte Kopal tröpfelt endlich in öhlartiger Gestalt in die Flüssigkeit ab, und bildet damit die beabsichtigte Auflösung. Man beendiget die Operation, wenn diese Tropfen sich nicht ferner mehr auflösen. Um durch die davon gehenden Dämpfe keinen Verlust an Alkohol zu haben, leitet man sie, durch eine Verbindungsröhre in eine kühl gehaltene Vorlage. Wirksamer wird die Einwirkung der Dämpfe bei vermehrtem Drucke, wozu man sich eines mit einem Sicherheitsventile versehenen Digestors bedient. Man füllt denselben zur Hälfte mit Alkohol an (in welchen man auf 1 Pf. desselben ½ Unze Kampher gelöset hat), bringt dann ¼ des Gewichtes von Alkohol an verkleinertem Kopal hinzu, und läßt das Ganze, bei einer Belastung des Ventiles von ungefähr einer Atmosphäre, eine Stunde lang über dem Feuer.

Kopal löset sich auch in Alkohol nach vorausgegangener Behandlung in Aether. Derselbe quillt nämlich mit Aether übergossen (von dem man das doppelte Gewicht des ersteren nimmt) zu einer sirupdicken Masse auf, welche sodann bis zum Sieden erhitzt, in Alkohol zu einer wasserklaren Flüssigkeit aufgelöst wird; den Alkohol erwärmet man zu diesem Zwecke früher und setzt ihn nur nach und nach in kleiner Menge zu; durch ferneren Zusatz von Alkohol kann man denselben beliebig verdünnen.

In Fällen, wo ein Ammoniakgehalt, z. B. beim Anstrich über gewisse Farben, nicht nachtheilig ist, kann man die vorläufige Auflösung des Kopals auch mittelst des Ammoniaks bewirken, indem man den gröblich gestoßenen Kopal mit kaustischem Ammoniak befeuchtet, und in einer verkorkten Flasche an einem warmen Orte stehen läßt, bis derselbe zu einer klaren Gelee aufgeschwollen ist; unter Umschütteln setzt man sodann Alkohol zu, bis die Auflösung erfolgt ist. — Diese Auflösung muß jedoch bei einer Temperatur von etwa 40° aufgetragen werden, indem sie sonst auf eine kalte Fläche gestrichen, kreidig wird; dieser Ueberzug erlangt jedoch nicht die Härte des vorigen.

Mastix, in kleinen, gelblichen, durchscheinenden Tropfen oder Körnern vorkommend; es erweicht sich zwischen den Zähnen zu einer wachsartigen Masse, und verbreitet bei seiner Zersetzung in der Hitze einen angenehmen Geruch. Es besteht aus einem im Weingeiste löslichen, und einem darin unlöslichen, nur in wasserfreiem Alkohol löslichen Harze. Es wird zum Räuchern und zu Firnissen verwendet. Eine Lösung von Mastix in Terpentinöhl dienet zum Ueberziehen der gegenwärtig eingeführten Zünder, um selbe vor der Einwirkung der feuchten Luft zu sichern, so wie auch als Befestigungsmittel des Knallpräparates in den Kapseln. — Sandarach, ist ähnlich dem Mastix, doch härter und spröder, und erweicht sich nicht zwischen den Zähnen; es ist in Alkohol vollkommen löslich und verbreitet ebenfalls einen angenehmen Geruch auf glühenden Kohlen. Seine Verwendung ist die des vorigen, nebst dem auch zum Bestreuen des radirten Papieres, um das Durchschlagen zu verhüten. — Drachenblut, ein sprödes Harz, das sich durch seine gesättigte rothe Farbe auszeichnet, welche es auch dem Alkohol, den ätherischen und fetten Oehlen, worin es sich leicht auflöst, mittheilt. — Ferner sind Animeharz, Elemiharz, Dammarharz bei Bereitung verschiedener Firnisse gebrauchte Harze; Benzoe, ein angenehm riechendes Harz, aus dem bei gelinder Wärme Benzoesäure sublimirt erhalten wird.

491. Bernstein, Agtstein; er wird am häufigsten an den Küsten von Preußen gefunden, wo man ihn entweder aus dem Strandsande gräbt, oder mit eigenen Netzen aus dem Meere fischt; daher gegrabener und gefischter Bernstein. Er wird für ein Product einer vorlängst untergegangenen Vegetation gehalten, wofür sein Vorkommen mit Braunkohle, dann Abdrücke von Blättern und Zweigen, eingeschlossene Insekten und nußähnliche Früchte Belege sind. — Der Bernstein ist gelb, bis ins Braune gehend und dabei durchsichtig, zuweilen aber milchweiß und undurchsichtig; er kommt in Stücken von sehr verschiedener Größe vor, ist mäßig hart, fettglänzend, hat einen flachen muschlichen Bruch, und läßt sich mit den gehörigen Handgriffen bearbeiten, z. B. auf der Drehbank. Der Bernstein wird in größerem Grade als andere Harze durch Reibung elektrisch (der Name Elektricität ist von der griechischen Benennung des Bernsteines entnommen). Er löset sich weder in kochendem Wasser, noch in Alkohol und Aether auf; gegen fette und flüchtige Oehle verhält er sich wie der Kopal, mit welchem er die größte Aehnlichkeit hat, indem er auch erst durch ein bis zur Zersetzung gehendes Schmelzen (ganz ohne Zersetzung ist er überhaupt nicht schmelzbar) sowohl im Alkohol, noch mehr in fetten und ätherischen Oehlen auflöslich wird.

Im papinianischen Digestor löset er sich durch Leinöhl zu einer gelbbraunen dicken Flüssigkeit auf; durch Erhitzen in demselben werden undurchsichtige Stücke durchsichtig, und lassen sich, wenn sie langsam in demselben erkalten, biegen und pressen. Der Bernstein verbreitet beim Erwärmen einen schwachen aromatischen Geruch, erweicht bei 92° und fängt an sich zu bräunen, schmilzt ungefähr bei 220°, was aber ohne Veränderung seines Wesens nicht statt findet; noch weiter erhitzt, verbrennt er mit hellem Glanze und starkem Geruche. Zur Firnißbereitung wird der grob zerstoßene Bernstein bei möglichst geringer Hitze geschmolzen, mit Terpentinöhl unter stetem Umrühren gekocht, bis die Auflösung erfolgt, der sodann heißgemachtes Leinöhl zugesetzt wird. Nebst seiner Anwendung zu Firnissen wird er zur Anfertigung von Luxusgegenständen u. s. w. gebraucht.

Asphalt, Judenpech, Erdpech, ein fossiles Harz, gleich dem Bernsteine, theils auf dem todten Meere schwimmend, theils auch in aufgeschwemmtem Lande vorkommend; es ist schwarz von Farbe, glänzend, von muschlichem Bruche, und schmilzt schon beim Siedpunkte des Wassers. Es löset sich sehr wenig in Alkohol, ziemlich leicht aber in fetten und ätherischen Oehlen, besonders in Terpentinöhl. Das Asphalt dient zur Bereitung schwarzer Lackfirnisse, als Malerfarbe, zum Aetzgrunde der Kupferstecher u. s. w. — Bergtheer, flüssiges Asphalt oder eine Auflösung von Asphalt in Steinöhl, findet sich unter andern in Frankreich in der Nähe von Lobsan mit Sand gemengt. Man gewinnt ihn, indem man den damit getränkten Sand in eisernen Kesseln mit Wasser kocht; der Sand sinkt zu Boden, und der Bergtheer schwimmt auf dem Wasser. Man schöpft ihn ab, erhitzt ihn in Kesseln, um alles Wasser auszutreiben. Aus 36 Thln. bituminösem Sande erhält man 6 Thle. rohen, und 4 Thle. gereinigten Bergtheer. Er hat eine dunkelbraune, fast schwarze Farbe, ist bei der gewöhnlichen Temperatur sehr dick, riecht wie Erdöhl, hängt sich erwärmt an alle rauhen Körper an.

Man verwendet denselben zur Darstellung eines Erdharzkittes (Mastix bitumineux), vermischt mit bituminösem Kalkstein, wozu auch das in der Nähe von Lobsan u. a. O. natürlich vorkommende Rohmateriale verwendet wird (Asphaltpflasterung). — Statt des Bergtheeres kann man Steinkohlentheer, und statt jenem Kalksteine auch Kreide und Puzzolane anwenden. Ferner dient er zum Theeren von Holzwerk, Segeltuch ꝛc.

Brandharz. (Siehe Producte der trockenen Destillation.)

Nebst den eben angeführten gibt es noch eine Gattung harziger Stoffe, Schleimharze, welche nebst Harz und ätherischem Oehle auch noch Gummi

enthalten, in Folge dessen sie mit Wasser milchichte trübe Flüssigkeiten, Emulsionen geben, in welchen das fein vertheilte Harz durch die schleimigen Theilchen schwebend erhalten wird. Alkohol löset das Harz und ätherische Oehl und hinterläßt das Gummi; Essigsäure hingegen löset die meisten Schleimharze vollständig. Hieher gehören: Gutti, Gummigutti; es kommt in cilindrischen Stücken, die äußerlich braungelb, von innen gelblich roth aussehen, auch mit Wasser eine gelbe Emulsion geben. Es hat Anwendung zum Malen, zur Bereitung eines Goldfirnisses. — Weihrauch, in blaßgelben Stücken von verschiedener Größe, hat Anwendung als Räucherwerk. — Ferner Euphorbium, Stinkasand, Galbanum, Myrrhe u. s. w.

492. **Firnisse.** Eine der vorzüglichsten Anwendungen der Harze ist die zur Bereitung der Firnisse. Unter Firnissen versteht man Flüssigkeiten, welche in dünnen Schichten auf Gegenstände aufgetragen, an der Luft trocknen, und einen glänzenden, durchsichtigen harten Ueberzug zurücklassen, welcher der Einwirkung der Luft und Feuchtigkeit widersteht.

Einen solchen Ueberzug bilden für sich allein, durch Oxydation, die fetten siccativen Oehle, besonders nach vorausgegangener Behandlung mit Bleioxyd, oder man wählt eine Auflösung harziger Stoffe, welche nach Verdünstung des Lösungsmittels auf der Fläche zurückbleiben. Als Lösungsmittel für die Harze wählt man Weingeist, ätherische Oehle (besonders Terpentinöhl), und die aus Leinöhl, mitunter auch aus Nuß- oder Mohnöhl erzeugten Oehlfirnisse, und unterscheidet danach Weingeist-, Terpentin- und Oehlfirnisse; letztere werden insbesondere Oehllackfirnisse genannt, um sie von dem bloß trocknend gemachten Oehle, das mit dem Namen gemeiner Oehlfirniß bezeichnet wird, zu unterscheiden.

Uebrigens nennet man ziemlich allgemein die Firnisse auch Lacke, von Gummilack, Lack, dem von jeher zur Firnißbereitung gewöhnlichsten Harze. — Im engeren Sinne verstehet man unter Lack nur einen undurchsichtigen, meistens mit einer bestimmten Farbe versehenen, rindenartigen Firnißüberzug, dem erst durch Schleifen und Poliren ein hoher Glanz ertheilt wird.

Nebst den genannten Lösungsmitteln der Harze wird auch, doch seltener, Aether, Schwefelkohlenstoff benützt; Auflösungen vom Gummi, Eiweiß, Leim, Wasserglas u. dgl. hinterlassen, nach dem Verdünsten des Wassers, einen ähnlichen firnißartigen Ueberzug auf der damit bestrichenen Fläche; sie werden jedoch nicht zu den eigentlichen Firnissen gerechnet.

Weingeistfirnisse werden durch Auflösen von Harz in starkem, zuweilen (wie der Kopalfirniß) in höchst rectificirtem Weingeiste bereitet. Hiezu werden vorzüglich Schellack, Kopal, Bernstein, Sandarach verwendet; auch setzt man gerne, je nach dem Gebrauche, zu welchem sie dienen,

mehr oder weniger reinen weißen Terpentin zu, der wegen der Eigenschaft, einen kleinen Theil des flüchtigen Oehles hartnäckig zurückzuhalten, die Spröde des eingetrockneten Firnisses vermindert, obgleich sich diese Eigenschaft nach längerer Zeit mit der gänzlichen Verflüchtigung des Oehles endlich auch verliert. Statt des Terpentins gibt man einen Zusatz von Elemiharz oder von Kampher. Dauerhaft in seiner Wirkung ist der Zusatz einer geringen Menge verdickten, und dann in Alkohol gelösten Leinöhles, wie es entsteht, wenn Leinöhl lange in einer halbgefüllten Flasche aufbewahrt wird. — Die genannten Harze werden gröblich gepulvert, mit $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ des Gewichtes zerstoßenen Glases (um ein Zusammenbacken zu vermeiden, wodurch die Auflösung erschwert würde) gemengt, mit Weingeist digerirt, was am besten im Wasserbade geschieht, oder sie werden auf die beim Kopal und Bernsteine insbesondere erwähnte Art behandelt. Nach geschehener Auflösung wird der gebildete Firniß durch Stehen geklärt, und durch Baumwolle filtrirt.

Terpentinöhlfirnisse kommen den vorstehenden am mehrsten gleich; sie sind im Allgemeinen geschmeidiger, und weniger spröde, als die Weingeistfirnisse, weil das Terpentinöhl das Harz nach seinem Verdünsten in einem zähen Zustande zurückläßt, daher sie auch für Gegenstände, die gebogen, gerollt u. dgl. werden, besser taugen. In Bezug der Bereitung dieser Firnisse gilt das bei den vorigen Gesagte, da das Verhältniß der Harze, zu beiden Lösungsmitteln gleich ist. Zu ihrer Bereitung wendet man dieselben Harze an, wie zu den Weingeistfirnissen, gleichfalls mit Zusatz von Terpentin. Um diesen Firnissen mehr Festigkeit und Dauer zu geben, setzt man denselben, zu manchem Gebrauche, auch etwas klaren Leinöhlfirniß (1 Thl. desselben auf 16 Thle. Terpentinöhl) zu, der sich darin auflöst, wodurch sich diese Firnisse schon den fetten nähern. — Weingeist- und Terpentinfirnisse soll man kurz vor dem Gebrauche anfertigen, weil sie durchs Aufbewahren in etwas verändert und gelb werden; durch Zusatz von Alkohol in kleinen Portionen kann man sie wieder auffrischen.

Fette oder Oehllackfirnisse. Die dauerhaftesten Ueberzüge geben die fetten oder Oehlfirnisse. Zu diesen wendet man gegenwärtig fast ausschließlich Kopal oder Bernstein an, und als Auflösungsmittel ein entweder bloß für sich, oder mit Zusatz von Bleiglätte gekochtes Lein- oder Nußöhl, und zur gehörigen Verdünnung Terpentinöhl. Nach der Verdünstung des Terpentinöhls bleibt die Verbindung des Harzes mit dem harzartig verdickten siccativen Oehle, als eine feste harte Schichte, auf der damit behandelten Fläche zurück. Das Trocknen dieser Firnisse geht aber bei weitem

langsamer vor sich, als das der beiden vorigen, daher es häufig in eigenen Trockenkammern vorgenommen wird. Die mittelst Durchseihen und Decantiren geklärten, und mittelst beliebiger Pigmente gefärbten Oehlfirnisse stellen sodann die eigentlichen Lackirfarben, Lacke, dar. Nach dem vollständigen Trocknen, können sie mit Trippel, Bimsstein u. s. w. abgeschliffen, und dann polirt werden.

Guter Firniß muß sich gut ausbreiten lassen, darf während des Trocknens keine Risse, Höcker und Höhlungen bekommen; er muß ferner an der Atmosphäre unverändert bleiben, der Einwirkung von Feuchtigkeit widerstehen, vollkommen trocknen, und darf sich weder abblättern, noch (selbst bei einer Temperatur von 24 bis 28°) klebrig werden.

Die Anzahl der Vorschriften zur Bereitung von Firnissen ist ungemein groß; folgende Angaben, in denen die vorkommenden Zahlen Gewichtstheile bedeuten, können hiezu als Anhaltspunkte dienen.

Weingeistfirnisse. 10 Sandarach, 3 venet. Terpentin, 32 Alkohol;
8 Sandarach, 2 Mastix, 3 venet. Terpentin, 32 Alkohol;
6 Sandarach, 4 Elemi, 1 Anime, ½ Kampher, 32 Alkohol;
6 Schellack, 30 Alkohol;
6 Schellack, 1½ Mastix, 30 Alkohol;
4 Schellack, 2 Sandarach, 1 Mastix, 30 Alkohol;
2 Schellack, 4 Sandarach, 1 Mastix, 1 Elemi, 2 venet. Terpentin, 32 Alkohol;
6 Sandarach, 2 Mastix, 2 canadischer Balsam (oder venet. Terpentin), 3 Terpentinöhl, 32 Alkohol;
4 Sandarach, 1 venet. Terpentin, 1 Terpentinöhl, ¼ Kampher, 20 Alkohol.

Letztere beiden dienen zum Ueberziehen von Zeichnungen u. s. w., wozu das Papier, um das Durchschlagen zu verhindern, früher mit einer Hausenblasenlösung überstrichen wird. Zu demselben Zwecke, wie die beiden letztgenannten Firnisse, dienen auch folgende:

Terpentinöhlfirnisse. 4 Sandarach, 6 Terpentin, 16 bis 24 Terpentinöhl;
4 Mastix, 4 Sandarach, 8 Terpentin, 32 Terpentinöhl;
12 Mastix, ½ Kampher, 1½ Terpentin, 36 Terpentinöhl.

Einen dunklen Terpentinfirniß bereitet man durch Auflösen von Gummilack und Kolophon in dem 3 bis 4fachen Gewichte Terpentinöhl; — ein schwarzer Firniß entsteht durch Auflösen von Asphalt in Terpentinöhl.

Für manchen Gebrauch werden Weingeist- und Terpentinöhlfirnisse gefärbt; dieses geschieht durch Anwendung farbiger Harze oder anderer Farbstoffe, welch letztere mit Weingeist extrahirt werden und von deren gesättigten Tincturen einem klaren Firnisse so viel zugesetzt wird, bis die geforderte Farbennüance zum Vorscheine gekommen ist. Die harzigen Farbstoffe werden gleich mit den übrigen Harzen bei der Auflösung zusammengemischt; z. B.:

1 Gummilack, 1 Drachenblut, 6 Alkohol;
2 Gummilack, 2 Mastix, 1 Gummigutti, 12 bis 15 Alkohol.

Hieher gehöret auch der sogenannte Goldfirniß; hiezu werden 125 Körnerlack, 125 Gummigutti und 32 Safran in 2400 Alkohol (von 40° Beaumé) aufgelöset, ferner 125 Drachenblut und 125 Orlean, jedes für sich in 1200 Alkohol; diese letzteren zwei Lösungen werden für sich aufbewahrt und der ersteren nach Erforderniß der mehr oder weniger dunkelgoldgelben Farbe zugesetzt.

Fette oder Oehllackfirnisse. Kopal mit gleichen Theilen ohne Zusatz gekochten Leinöhls nach dem Obigen behandelt und noch heiß mit 5 Terpentinöhl verdünnt. — Bernstein (bis zum Verluste der Hälfte seines Gewichtes geschmolzen und geröstet) mit dem dreifachen Gewichte durch zugesetzte Bleiglätte trocknend gemachten Leinöhls bis zum völligen Zergehen des ersteren erhitzt, und nach einigem Abkühlen mit 4 Terpentinöhl verdünnt. Ferner 18 Kopal (mit 1 Rosmarinöhl befeuchtet und dann geschmolzen), 4¼ Leinöhl und 18 Terpentinöhl; ein sehr geschmeidiger Kopalfirniß auf Leder u. dgl., erfordert das doppelte Gewicht des Kopals an Leinöhl, und nur das halbe Gewicht an Terpentinöhl. — Einen schwarzen Firniß, vorzüglich für eiserne Gegenstände, erhält man aus 12 Bernstein, 2 gemeinem Harze, 2 Asphalt, 6 Leinöhl und 12 Terpentinöhl.

6. Gummi und Pflanzenschleim.

493. Gummi im Allgemeinen ist ein im Pflanzenreiche unzählig häufig vorkommender Stoff. Man unterscheidet zwei Arten: Das Gummi und den Pflanzenschleim. — Beide kommen darin überein, daß sie in Alkohol, Aether und Oehlen unauflöslich sind; ersteres löset sich im kalten, leichter im heißen Wasser, letzterer schwillt, ohne sich zu lösen, im kalten Wasser bloß auf, und löset sich selbst im kochenden nur schwierig.

Gummi kommt am meisten im arabischen Gummi vor, aber auch im Traganth, in dem es die größere Hälfte ausmacht, ferner im Kirschen- und Pflaumengummi, im Reiß, in vielen schleimhaltigen Wurzeln, Kräutern und Früchten. — Das arabische Gummi fließt aus mehren Acacienarten, welche in Aegypten, Nubien, Arabien wild wachsen. Das Gummi bildet größere oder kleinere Tropfen, ist durchsichtig, klar, farblos, zuweilen gelblich und selbst braun, welche Farbe fremde Beimischungen anzeigt; es hat glasigen Bruch, ist geschmack- und geruchlos, Dichte 1.3 bis 1.48. Gummi löset sich leicht im Wasser, besonders im warmen, zu einem klebenden, wenig gefärbten Schleime, aus dem fein vertheilte Stoffe sich nur ganz langsam absetzen; es bildet mit 3 Thln. Wasser eine sirupähnliche Flüssigkeit, die allmälich eintrocknet, und hiebei noch 17 Proc. desselben zurückhält, das durch Trocknen in der Siedhitze oder unter der Luftpumpe mittelst Schwefelsäure davon gehet. Von Alko-

hol, in dem nur beigemengtes Harz, nicht Gummi auflöslich ist, wird es aus Auflösungen niedergeschlagen.

Seine Anwendung ist zuweilen als Bindemittel in Feuerwerksätzen, ferner als Klebmaterial, als Verdickungsmittel, wo es durch Stärke, Stärkegummi, Traganth, Salep ersetzt wird, ferner in der Wassermalerei, zur Tintenfabrication u. s. w.

494. Viele Pflanzen, aus denen weder freiwillig, noch durch vorsätzliche Verletzungen Gummi ausschwitzet, enthalten dessen ungeachtet Gummi, oder doch eine dem Gummi sehr ähnliche Substanz, welche man durch Ausziehen der Pflanze mit Wasser gewinnt, wobei sie nach dem Klären und Abdampfen als eine gummiähnliche Masse zurückbleibt, und gewöhnlicher Pflanzenschleim genannt wird.

Hieher gehören: Traganthgummi; 1 Thl. arabischer Gummi mit 4 Thln. Wasser gibt keinen so dicken Schleim, als 1 Thl. Traganthgummi mit 100 Thln. Wasser; es wird unter andern zur Verdickung und Einhüllung der Frictionsmassen, in denen sich Phosphor befindet, verwendet; Salep-, Kirschgummi-, Leinsamen-, Quitten- u. dgl. Schleim, so wie die gallertartigen Substanzen, in welche sich die ausgepreßten gallertartigen Säfte mehrer saurer Früchte, als: der reifen Heidelbeeren, Johannisbeeren u. s. w. verwandeln, Pflanzengallerte.

495. Außer dem natürlichen Gummi hat man auch künstlich erzeugte gummiähnliche Materien. Hieher gehören: Stärkegummi, durch Rösten der Stärke, so wie durch die freiwillige Zersetzung des Stärkekleisters. Dextrin, eine harte, brüchige, durchscheinende Masse, welche aus Stärkmehl durch Kochen mit Wasser und Malz, Diastase, oder verdünnter Schwefelsäure, auch mit Kleber dargestellt wird. Bei lange fortgesetzter Einwirkung geht das gebildete Dextrin in Zucker über.

Behandelt man arabisches Gummi mit kochender, verdünnter Schwefelsäure, so erzeugt sich gleichfalls eine dem Dextrin ähnliche Substanz, welche aber schnell durch fortgesetzte Behandlung in Zucker übergeht. — Aehnliche Substanzen erhält man durch Behandlung von Faserstoff (Holz, Leinwandlappen) mit kalter concentrirter Schwefelsäure, wonach man durch kohlensauren Kalk die Schwefelsäure entfernt.

7. Stärke.

496. Das gewöhnliche Stärkmehl, Stärke, Amylum, wird vorzüglich aus den Samen der Getreidearten, aus den Kartoffeln, aus

dem Marke der Sagopalme und einigen Wurzeln gewonnen. Zur Darstellung der Stärke zerkleinert man die genannten Pflanzensubstanzen (vorzüglich Kartoffeln oder Weizen) und spült sie in einem Seihetuch mit kaltem Wasser aus. Das ablaufende Wasser ist milchicht und setzt in der Ruhe die Stärke ab; sie wird durch mehrmaliges Aufrühren im frischen Wasser gereiniget und an der Luft getrocknet. Enthält die Stärke (wie die aus dem Samen des Weizens) viel Pflanzenleim (Kleber), so läßt man sie mit Wasser sich von selbst säuern; durch die gebildete Säure wird der Kleber sodann aufgelöst, und mit dem Wasser entfernt.

Die Stärke ist weiß, geruch- und geschmacklos, luftbeständig, pulverförmig, läßt sich, wenn sie in Form etwas größerer Stücke vorkommt, leicht zwischen den Fingern zu einem sehr feinen zarten Pulver zerdrücken, gibt hiebei einen knisternden (knarrenden) Laut. Mikroskopischen Beobachtungen zu Folge zeigt sich das Stärkmehl aus rundlichen Körnern bestehend, welche aus einer homogenen Masse gebildet sind, die sich in concentrischen Schichten abgelagert hat. Größe und Gestalt der Körner ist verschieden nach den Pflanzen, woher die Stärke abstammt. Die Stärke ist in kaltem Wasser (auch in Alkohol) unauflöslich; zerreibt man aber die Stärke in einer Reibschale, und befeuchtet sie dann mit Wasser, so bildet sie einen dicken Schleim, ähnlich wie vom Traganthgummi, und es löst sich etwas weniges derselben im Wasser. — Behandelt man die Stärke mit kochendem Wasser, so schwillt sie auf und bildet eine schleimige Flüssigkeit, in der der größte Theil derselben dem Wasser in feinen Flocken nur beigemengt ist; beim Erkalten gesteht das Ganze zu einer kleisterartigen Masse. (Getreidestärke braucht hiezu Wasser von 68 bis 72°, Kartoffelstärke hingegen Wasser von niedrigerer Temperatur.) — Ein durch viel Wasser verdünnter Stärkekleister wird durch zugesetztes Jod blau gefärbt, welche Reaction durch Chlor, Quecksilberchlorid, Schwefelwasserstoff, schweflige und arsenige Säure verhindert oder aufgehoben wird. Die Stärke wird sehr leicht in ihrer Natur umgeändert. Dieses geschieht durch freiwillige Zersetzung des Stärkekleisters, der bei einer Temperatur von 16 bis 20° nach 4 bis 8 Wochen zum Theil in Zucker (1/5 bis 1/2), zum Theil in Dextrin verwandelt wird; ferner durch Rösten der Stärke, die sich hiedurch gelb färbt, aufbläht, und unter Entwicklung eines Geruches nach frisch gebackenem Brod in Stärkegummi verwandelt (495.). Stärke wird auch umgeändert durch Behandlung mit Schwefelsäure, wodurch sie in Dextrin (495.) und endlich nach längerer Einwirkung in Stärkzucker übergehet. — Ist Stärke längere Zeit mit Wasser in Berührung, so erzeugt

sich Milchsäure, deren Zusammensetzung mit jener der Stärke gleich ist. — Durch concentrirte Salpetersäure wird sie in Kleesäure verwandelt.

Stärkmehl wird häufig mit Kreide, Gips oder weißem Thon verfälscht. Eine solche Verfälschung erkennt man am leichtesten, wenn man eine ganz geringe Menge auf eine Glasplatte dünn ausbreitet, von unten beleuchtet und mit dem Mikroskope betrachtet. Ist das Stärkmehl rein, so sieht man bloß durchscheinende abgerundete Körner; ist es verfälscht, so nimmt man dazwischen undurchsichtige, braune, fleckige, eckige Körner wahr. — Zur Entdeckung der Kartoffelstärke in der Weizenstärke oder dem Weizenmehle wird Salzsäure empfohlen, welche mit ersterer zu einem Teige gemengt, einen ameisenähnlichen Geruch erzeugt, was mit der Weizenstärke nicht der Fall ist; auch wird das erstere Gemenge durchsichtig.

Die Stärke hat vielfache Anwendung; sie dienet als Kleister für Buchbinder, ist der wirksame Bestandtheil im Mehlkleister des Laboratoriums, so wie des Grundanstriches für Patronensäcke; zum Steifen der Leinwand und der Wäsche, zur Verwandlung in Gummi durch Rösten, zur Stärkezuckerbereitung, endlich als Nahrungsmittel selbst. Außer der Getreide- und Kartoffelstärke gehören hieher, das Arrow Root, aus der Wurzel der Maranta in Jamaica, Sago, aus verschiedenen Palmen der Tropenländer gewonnen. — Eine ähnliche Substanz ist die Alantstärke oder Inulin aus der Alantwurzel, und die Moosstärke auch Lichenin, im isländischen Moose u. s. w., welche sich jedoch im Wasser lösen, keinen Kleister bilden, auch die erwähnte Reaction durch Jod nicht zeigen.

8. Zucker.

497. Die verschiedenen Zuckerarten, welche vorzugsweise im Pflanzenreiche vorkommen, zeichnen sich durch ihren süßen Geschmack, Löslichkeit im Wasser und Alkohol, und durch die Eigenschaft, von Salpetersäure in Klee- und Aepfelsäure verwandelt zu werden, aus. Einige derselben gehen mit Hefe oder andern stickstoffhaltigen Substanzen versetzt, in geistige Gährung über, andere nicht.

Gährungsfähige Zuckerarten sind: der krystallisirbare Zucker, der Traubenzucker und der Schleimzucker.

a. Krystallisirbarer Zucker, ehemals Rohrzucker genannt. Er wird erhalten aus dem Zuckerrohre, dem Zuckerahorn und den Runkelrüben. Zu seiner Bereitung klärt man die frisch ausgepreßten Zuckersäfte mit Kalkmilch, dampft sie bis zu einem gewissen Concentrationspunkte ein, kühlt schnell ab, läßt krystallisiren und die süße Mutter-

lauge ablaufen (Melasse, schwarzer Sirup). — Der so gewonnene, noch sehr gefärbte unreine Zucker, Rohzucker, wird durch Wiederauflösen, Klären mit Kalk und Eiweiß oder Thierkohle gereiniget; dann dampft man ein, stört nach dem Abkühlen die Krystallisation durch Umrühren, bringt die ausgeschiedene körnige Zuckermasse in Hutformen, und befreit sie von anhängender brauner Mutterlauge dadurch, daß man aus feuchtem Thone Wasser allmälich durchsickern läßt (Decken).

Der krystallisirte Zucker erscheint mit 1 At. Wasser (5.19 Proc.) in wasserhellen, durchsichtigen, vierseitigen, geschobenen Prismen (Candiszucker, aus nicht völlig reinem Zucker bereitet) in der Dichte von 1.60, oder als körnig krystallinische Masse. Er ist unveränderlich an der Atmosphäre, löset sich leicht im Wasser auf, in Alkohol desto leichter, je mehr er Wasser enthält. Zucker verhindert selbst die Zersetzung anderer Körper durch Fäulniß (siehe Fäulniß). Durch längeres Kochen geht er in nichtkrystallisirbaren Schleimzucker über. Wird der Zucker gelinde erhitzt, so schmilzt er; bei länger dauernder Einwirkung der Hitze verwandelt er sich in eine braune unkrystallinische Masse, die Feuchtigkeit anzieht, und einen eigenthümlichen Geschmack besitzt, Caramel; bei noch höherer Temperatur wird er zersetzt. — Der Zucker verbindet sich mit mehren Basen, wird durch verschiedene Säuren auf verschiedene Art in seiner Natur geändert, löset Kupferoxyd auf, ist daher ein Gegenmittel gegen Vergiftung durch Kupfersalze. Zucker reducirt Gold-, Silber- und Quecksilbersalze.

b. Schleimzucker nennt man jeden gährungsfähigen, nicht krystallisirbaren Sirup, sei er in Fruchtsäften oder in Honig enthalten, oder sei er durch längeres Kochen oder Schmelzen anderer gährungsfähiger Zuckerarten gebildet worden. Er ist stets Begleiter des Rohr- und Traubenzuckers.

c. Krümmel- oder Traubenzucker findet sich in dem Traubensafte, im Honig und in den Säften der meisten süßen Obstsorten. Er bildet kleine warzenförmige, griesige Anhäufungen, blumenkohlähnliche Conglomerate. — Traubenzucker wird künstlich aus Substanzen erzeugt, in denen er als solcher ursprünglich nicht vorhanden war (495. u. 496.).

Zu den nicht gährungsfähigen Zuckerarten gehört der Mannazucker aus der Manna, dem eingetrockneten Safte der Mannaesche u. s. w. Wurzelsüß in der Süßholzwurzel (Lacrizensaft); Oehlsüß, durch den Verseifungsproceß der verschiedenen Fette gebildet; ferner der Gallen- und der Milchzucker aus dem Thierreiche.

9. Kleber.

498. Wenn man Weizenmehl in Leinwand bindet, und unter oft erneuertem Wasser so lange knetet, als das Wasser noch milchicht abfließt, so bleibt endlich in der Leinwand eine gelblichweiße, geschmack- und beinahe geruchlose Masse zurück, die so zähe ist, daß sie sich zu feinen, etwas elastischen Bändern ausziehen läßt. Es ist dieses der sogenannte Kleber, Gluten, der aus zwei näheren Bestandtheilen, dem Pflanzenleim und Pflanzeneiweiß, besteht. Der die milchichte Trübung des Wassers verursachende fein vertheilte Körper ist Stärke, die sich allmälich zu Boden setzt, wonach in der klaren Flüssigkeit noch Schleimzucker aufgelöst enthalten ist.— Der so erhaltene frische Kleber ist ein Hydrat (er enthält aus dem Weizen dargestellt 37 Proc. Wasser), trocknet an der warmen Luft, indem er sein Wasser verliert, zu einer gelbgrauen, durchscheinenden Masse, kann sich aber wieder mit demselben zu dem vorigen zähen Hydrate verbinden. Er löset sich nur in sehr geringer Menge im Wasser auf, fällt aber bei Erhitzung in Flocken heraus. Durch kochendes Wasser verliert er seine Zähigkeit und Klebrigkeit und wird fester, ohne das geringste an das Wasser abzugeben. Feuchter Kleber fault bei der mittleren Lufttemperatur sehr leicht, schwillt auf, verbreitet einen sauren fauligen Geruch, gibt saures Wasser von sich; weiter verwandelt er sich in eine dem Vogelleim ähnliche grauweiße Masse (in Alkohol zu sehr gutem Firnisse sich lösend) und verhält sich endlich ganz dem faulenden Käse analog. Durch Kochen mit kohlensaurer Kalkerde erhärtet der Kleber, daher sich Hülsenfrüchte im harten Wasser nicht weich kochen. — Der Kleber besitzt die merkwürdige Eigenschaft, die Stärke in Gummi (Dextrin) und endlich in Zucker umzuwandeln (495.).

Trägt man nämlich die durch Anrühren von Stärke mit 2 Thln. Wasser entstehende milchichte Masse in 10 Thln. kochenden Wassers unter stetem Umrühren ein, setzt nun $\frac{1}{2}$ Thl. gepulverten, trockenen Kleber unter fortwährendem Umrühren zu, und unterhält auf diese Art das Ganze 10 Stunden lang bei einer Temperatur von 70 bis 80°, so wird diese früher kleisterartige Masse dünnflüssig und erhält einen süßlichen Geschmack; die durch Filtriren von dem sauer gewordenen Kleber geschiedene Flüssigkeit ist wasserklar, und liefert nach dem Abdampfen einen sehr süßen Sirup. Der Kleber verliert hiebei die Eigenschaft, eine folgende Portion Stärke auf diese Art in Zucker umzuwandeln.

Der Kleber kommt in den verschiedenen Getreidearten: Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Reiß, Mais, in den Hülsenfrüchten, auch in den grünen und saftigen Pflanzentheilen, dann in mehren öhlgebenden Samen und den daraus erhaltenen Oehlen vor. — Er ist der nährende Bestandtheil in

den Getreidearten u. s. w., obschon er, allein genossen, nicht zuträglich sein dürfte; gegohrener Kleber dient als Papp, mit Kalk zu Kitt, der steinartig erhärtet, und sowohl siedendem Wasser als schwach sauren Flüssigkeiten widersteht (Porzellankitt).

499. Durch Behandlung mit heißem Alkohol wird der früher als einfacher Bildungstheil angesehene Kleber in die oben genannten zwei Bestandtheile zerlegt, nämlich in Pflanzenleim, Gliadin, und Pflanzeneiweiß, Zimona, wovon ersterer in der alkoholischen Flüssigkeit gelöst wird, während letzterer unlöslich zurückbleibt. Beide Substanzen enthalten Stickstoff, sehr oft auch Schwefel und Phosphor. Pflanzeneiweiß, von seiner großen Analogie mit dem thierischen Eiweiße so genannt, ist im Wasser löslich, gerinnt aber sowohl für sich, als in Wasser gelöset, bei einer 60° übersteigenden Temperatur zu einer milchweißen, undurchsichtigen Substanz, in verdünntem Zustande in Flocken, die sich ausscheiden. Es kommt nicht nur mit dem Pflanzenleim und mit der Stärke in den verschiedenen Getreidearten vor, sondern auch in den Säften sehr vieler Pflanzen, die dadurch die Eigenschaft haben, zu gerinnen. — Pflanzenleim von verschiedenen Pflanzen ist nicht vollkommen derselben Natur; was auch vom Pflanzeneiweiße gilt.

500. In der gekeimten Gerste und auch in andern Getreidearten kommt noch eine andere merkwürdige Substanz vor, Diastase oder Mucin genannt. Die Haupteigenschaft derselben besteht darin, daß sie im Wasser gelöset, bei einer Temperatur zwischen 52 bis 56° auf die Stärke dieselbe Wirkung ausübt, wie die verdünnte Schwefelsäure bei 68 bis 76°, d. h. daß sie die Zersprengung der Stärkehüllen, und die Verwandlung der innern Stärkesubstanz, zuerst in Dextrin, Stärkegummi, und darauf, bei fortwirkender Wärme, in Stärkezucker, bewirkt. Sie besitzt diese Kraft in einem solchen Grade, daß 1 Thl. Diastase 2000 Thle. Stärke in Dextrin, und mit Sicherheit 1000 Thl. in Zucker umwandelt. Bei einer Temperatur über 56° verliert sie diese Eigenschaft, und wird nun ganz ohne Wirkung auf die Stärke.

Die vorher erwähnte Wechselwirkung des Klebers und der Stärke, wodurch Zucker und Dextrin gebildet wird, findet beim Malzen des Getreides statt, so wie bei dem folgenden Einmaischen die Umwandlung der in dem gekeimten Getreide noch vorhandenen Stärke durch die beim Keimen gebildete Diastase mit Hilfe von Wasser und Wärme erfolgt, worauf die Darstellung des Bieres beruht.

Der Kleber der süßen Fruchtsäfte, und vorzüglich des Malzes, scheidet sich bei der Gährung derselben in einem eigenthümlichen Zustande aus,

welcher noch nicht hinlänglich genau gekannt ist. Man nennt ihn sodann Hefe (Ferment). Man reiniget dieselbe durch Auswaschen und Auspressen, obwohl sie hiedurch von ihrer gährungerregenden Kraft verliert. Sie absorbirt Sauerstoff, und bildet Essigsäure und Kohlensäure; zuletzt bleibt eine dem alten Käse ähnliche Masse zurück.

10. Extractivstoff.

501. Werden frische Pflanzen ausgepreßt, oder getrocknete Pflanzentheile mit heißem Wasser übergossen, oder längere Zeit damit gekocht, oder auch mit Alkohol digerirt und die dabei erhaltene Flüssigkeit abgedampft; so erhält man die sogenannten Extracte (wässerige oder geistige), welche nebst Säuren, Salzen, Gummi, Zucker (im Falle die Behandlung mit Alkohol gemacht wurde, Harze, ätherische Oehle und andere darin lösliche Stoffe), auch noch einen eigenen Pflanzenbildungstheil, Extractivstoff, enthalten, der die Eigenthümlichkeit des Extractes bedinget, ihm jene gewissen Eigenschaften ertheilt, wegen welcher er gerade bereitet wurde, und dem der Charakter anderer mit besonderen Namen belegter Pflanzenbildungstheile fehlt. Der Extractivstoff wird an der Luft allmälich verändert; wenn auch die aufgelösten Stoffe anfänglich farblos sind (wie z. B. in ausgepreßten Pflanzensäften); so werden sie zuerst beim Abdampfen gelb, dann gelbbraun, und zuletzt ganz dunkelbraun, wobei Sauerstoffgas absorbirt und Kohlensäure aus der Auflösung entbunden wird. Es scheidet sich dadurch schwer löslicher Extractivstoff aus, und dieses desto reichlicher, je mehr die abzudampfende Flüssigkeit der Luft und einer höhern Temperatur ausgesetzt werden. Diese abgesetzte Substanz gleicht in ihrer chemischen Verbindung sehr dem Moder, als dem letzten Gliede der organischen Materien (Dammextract, auch Ulmin genannt). Werden die Pflanzen mit mehr oder weniger heißem Wasser (Weingeist) übergossen und einige Zeit in einem bedeckten Gefäße stehen gelassen und die Flüssigkeit dann durchgeseiht, so erhält man einen Aufguß, wird aber kochendes Wasser angewendet, einen Absud, wozu, um ein gleichbleibendes Resultat zu erhalten, die Menge der Pflanzentheile und des Wassers, so wie die Dauer des Kochens, oder die Menge des fertigen Absudes gegeben sein müssen. Wird endlich der Aufguß oder Absud bei einer 35 bis 45° nicht übersteigenden Hitze (um eine nur zu leicht eintretende Zersetzung zu vermeiden) bis zur Consistenz des Honigs oder eines Teiges oder selbst bis zur Trockene abgedampft, so erhält man den eigentlichen flüssigen oder trockenen Extract einer Pflanze.

Der Aufguß und Absud einer und derselben Pflanze unterscheiden sich sehr von einander, wie es am Kaffee, Thee u. dgl. zu ersehen ist. — Ein kalter Aufguß von Lohe ist zum Schwellen der Thierhäute, d. i. zu ihrer Vorbereitung für das Gerben viel geeigneter, als ein warmer oder durch anhaltendes Maceriren der Lohe bereiteter Aufguß. — Ein Aufguß, oder ein in sehr kurzer Zeit bereiteter Absud von Sennesblättern bewirkt ein leichtes Abführen, ein durch anhaltendes Kochen daraus bereitetes Decoct verursacht Bauchgrimmen, indem im ersten Falle nur die leicht löslichen, im letzteren aber auch die schwer löslichen Stoffe extrahirt werden.

Man unterscheidet gummigen, harzigen Extractivstoff, wovon die wesentlichen Bestandtheile jedoch in die Reihe von bereits aufgeführten Bildungstheilen gehören; ferner adstringirenden, der eine Gerbsäure enthält, welche oft an und für sich extractartig ist und die Eigenschaft der Extractivstoffe besitzt, an der Luft einen Absatz zu bilden; narcotischen oder giftigen, wovon mitunter in der Medicin Anwendung gemacht wird; bitteren, wie Aloe, Hopfen, Baldrian, Wermuth, Coloquinten u. dgl. enthalten; ein Absud der letzteren beiden findet im Artillerielaboratorium Anwendung, um von den Patronensäcken Ungeziefer entfernt zu halten.

11. Farbstoffe.

502. Farbstoffe, Pigmente, welche fast immer dem Pflanzenreiche, sehr selten nur dem Thierreiche entnommen werden, sind Stoffe, welche irgend eine ausgezeichnete Farbe reflectiren, meistens auch verwendet werden, anderen Substanzen durch ihre Verbindung mit denselben diese Eigenschaft mitzutheilen. Viele derselben sind noch nicht in reinem Zustande dargestellt worden, sondern werden nur als ein Gemisch mit anderen extractartigen Substanzen gekannt. — Alle organische Farbstoffe werden durch die Einwirkung des Lichtes, namentlich der directen Sonnenstrahlen, mehr oder weniger gebleicht; manche derselben verbleichen auch ohne Licht durch bloße Einwirkung der auf 140 bis 160° erhitzten Luft, indem sie sich entmischen, und mit der Aenderung ihrer chemischen Zusammensetzung auch die Eigenschaft, eine bestimmte Farbe zu reflectiren, einbüßen. Die Farben der verschiedenen Pigmente verschwinden durch Einwirkung der schwefligen Säure, aber nicht in Folge einer Zerstörung, sondern nur einer Verbindung der Säure mit dem Pigmente, daher sie auch wieder zum Vorscheine kommen, wenn die Säure durch Schwefelsäure oder andere Mittel ausgetrieben wird; Chlor endlich bleicht alle Pigmente dauernd, indem es dieselben zerstört. — Die Pigmente bestehen aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, einige derselben enthalten auch Stickstoff.

In Bezug ihrer Löslichkeit zeigen sich die Farbstoffe verschieden; viele sind in Wasser löslich, andere in Weingeist oder Alkohol, einige auch im Aether; manche Farbstoffe reagiren sauer, was aber meistens dem Vorhandensein organischer Säuren zuzuschreiben ist. Die Farben der Pigmente werden durch Alkalien meistens dunkler, durch Säuren heller; sie zersetzen Salze, bedingen Niederschläge mit Erden und Metalloxyden, welche zum großen Theil in der Färberei, Druckerei angewendet und auch an sich als Lackfarben dargestellt werden, wozu Thonerde, Zinnoxydul, Zinnoxyd, Bleioxyd u. s. w. im Gebrauche stehen. In dieser Beziehung sind diese Verbindungen den Salzen zu vergleichen, deren bestimmte Verhältnisse jedoch noch nicht ermittelt sind. — Mehre Farbstoffe haben zur Pflanzen- oder Thierfaser eine so große Verwandtschaft, daß sie sich aus ihren Lösungen auf dieselben niederschlagen und sie färben. Diejenigen Pigmente, welche sich auf diese Art unmittelbar mit Schafwolle, Seide, Baumwolle und Leinen verbinden, hat man in der Färberei substantive Pigmente genannt.

Die meisten Pigmente vereinigen sich nicht chemisch mit der organischen Faser, sondern, um sie zum Behufe ihrer Anwendung auf Zeugen (aus Thier- oder Pflanzenfaser bestehend) zu fixiren, wird ein Bindemittel erfordert, welches sich sowohl mit dem Farbstoffe, als auch mit dem Faserstoffe zu einer unlöslichen Verbindung vereiniget, und dieses auf die Art, daß sie mit Wasser nicht ausgewaschen werden können. Solche Bindemittel heißen Beizen; man nimmt hiezu Alaun, dem man oft Bleizucker oder Weinstein zusetzt, ferner Eisensalze, Zinnsalze u. s. w. Solche Farbstoffe, die zur Fixirung auf Zeugen eines Beizmittels bedürfen, werden adjective Pigmente genannt.

Nach der Beständigkeit oder Haltbarkeit theilt man die Pigmente, oder die durch dieselben hervorgebrachten Farben in echte und unechte ein; zu ersteren zählt man diejenigen, welche sich durch längere Einwirkung des Lichtes, der Luft, des Wassers, auch des Seifenwassers und schwacher Säuren nicht verändern, zu den letzteren aber gehören diejenigen, welche durch die genannten Einwirkungen verändert oder zerstört (gebleicht) werden. Hiebei zeigen sich jedoch manche Pigmente gegen die eine Art von Einwirkung dauerhaft, gegen eine andere Art derselben sehr empfindlich, daher keine praktisch brauchbare Eintheilung daraus entnommen werden kann.

Gelbe Pigmente geben Wau, Gelbholz, Curcume, Orleans, Scharte oder gelbe Färberblume; rothe Pigmente: Färberröthe, Krapp, Fernambuk oder Brasilienholz, Orseille, Sandelholz, Safflor, Blau- oder Campecheholz, Cochenille (die getrockneten

Weibchen einer Art von Schildläusen), woraus der Carmin dargestellt wird. Ein grünes Pigment für die Wassermalerei (Saftgrün) liefern die Beeren des Kreuzdornes, endlich das vorzügliche und eigenthümliche, blaue Pigment, der Indigo, wird aus verschiedenen Arten von Indigofera und aus dem Waid bereitet.

503. Die Haltbarkeit der Farben an den Tüchern für Militärmontur wird nach einer bestehenden Vorschrift auf die Art untersucht, daß man einige Flecke des zu prüfenden Tuches in einer Alaun- oder Seifenlösung durch ungefähr fünf Minuten kocht und dann mit Wasser gut auswäscht. Zur Untersuchung der verschiedenen Nüancen von Roth, so wie auch der von Blau, nimmt man eine Alaunlösung (auf 1 Seitel Wasser $1\frac{1}{2}$ Lth. Alaun); echtfärbige hochrothe sowohl, als blaßrothe Farben, durch Cochenille dargestellt, sinken durch diese Probe nur ganz wenig in der Schattirung, während unechte, die durch Anwendung der Pigmente aus Rothholz u. dgl. hervorgebracht wurden, selbst wenn sie hochroth sind, ganz zerstört und in eine schmutzige Fleischfarbe umgewandelt werden.

Man färbt mit Cochenille carmoisinroth, durch einen kleinen Zusatz von Blauholz, pompadour, mit demselben Pigmente unter Zusatz von Zinncomposition, scharlachroth. Eben so sind krebs- und rosenroth Cochenillefarben, die durch Zusatz von Zinncomposition erhöhet werden; zu ersterem wird nebstbei Curcume zugesetzt. Krapproth, welches die natürliche Farbe des Krapps ist, wird auf diese Art nicht untersucht.

Echt dunkel- und lichtblaue Farben aus der Blauküpe des Indigo oder Waids, so wie die aus Indigo und Cochenille hervorgehende violete Farbe erleiden durch die genannte Probe beinahe gar keine Veränderung, während unechte Farben dieser Art fast gänzlich zerstört werden, z. B. jenes Violet, das mit Brasilienholz aufgesetzt und durch Orseille erhöhet wurde, dann das mit Holzpigment dargestellte Blau. — Die verschiedenen Schattirungen von Gelb, so wie die von Braun und Grün, dann auch Krapproth werden mit einer Auflösung von weißer Seife (1 Lth. Seife auf 1 Seitel Wasser) auf gleiche Weise geprüft und nur dann annehmbar befunden, wenn sie hiebei größtentheils unverändert bleiben.

Die Haltbarkeit dieser Farben wird erreicht, wenn man sich zum Gelbfärben der Scharte oder gelben Färberblume bedienet, deren Absud zwar den Zeugen nicht für sich, jedoch den in einer Auflösung von Weinstein, Alaun oder Zinnsalz gesottenen dauerhafte Farben ertheilt (kaisergelb, schwefelgelb u. dgl.); um Orange hervorzubringen, nimmt man das Pigment des Gelbholzes und erhöhet es durch Cochenille.

Braun soll auf einem mit Krapp oder Gelbholz gelegten Grunde mit dem Pigmente der Nußschalen oder Nußbaumwurzeln ausgefärbt werden. — Grün

erhält man durch Gelb auf blauem Grunde, und nach Verhältniß dieser zwei Farben heller und dunkler.

War das Gelb für sich oder in der Mischung mit Blau zu Grün durch Curcume oder wilden Safran bewirkt, so wird es durch die angeführte Probe zerstört, wie auch die braune Farbe in dem Verhältnisse leidet, als Brasilienholz dazu genommen wurde. Apfelgrün hält jedoch die erwähnte Probe nicht, und kann überhaupt nicht dauerhaft hergestellt werden.

Die schwarze Farbe endlich wird mit einer Auflösung von Weinstein und Alaun (auf 1 Seitel Wasser 1 Lth. eines jeden Stoffes) geprüft; behält sie danach einen stark dunkelbraunen Grund, so kann sie als gut angesehen werden.

Zu **Schwarz** ist der dunkle Grund aus der Blauküpe der beste, jedoch für die Tücher der gewöhnlichen Militärmontur zu theuer; daher auf dem durch Galläpfel u. s. w. (mit Blauholz) bewirkten Grunde durch Eisen- (nebstbei durch Kupfer-) Vitriol gefärbt wird.

12. Pflanzenfaserstoff.

504. Wenn aus einem Pflanzentheile durch Maceriren, Digeriren und Kochen mit Wasser, Alkohol, Aether, schwachen alkalischen Laugen, verdünnten Säuren, tropfbarem Chlor, alle dadurch ausziehbare Theile entfernt worden sind, so bleibt die den genannten Lösungsmitteln widerstehende **Pflanzenfaser**, der **vegetabilische Faserstoff**, zurück.

Die Pflanzenfaser ist weiß, faserig, geruch- und geschmacklos, unauflöslich im Wasser und den übrigen vorgenannten Mitteln, im trockenen Zustande unveränderlich an der Atmosphäre; sie zieht in Folge der durch die Nebeneinanderlagerung der Fasern gebildeten Capillargefäße Feuchtigkeit an, wird durch vereinigte Wirkung von Wasser, Licht und Luft zerstört, indem sie sich allmälich dunkel färbt, und endlich zu Humus zerfällt. — Die noch Pigment enthaltende Faser wird durch Chlor gebleicht, indem Salzsäure gebildet, aber das Pigment oxydirt und löslich wird. — Salpetersäure färbt die Faser gelb (Gelbbeizen des Holzes), erzeugt durch Kochen mit derselben Kleesäure. — Concentrirte Schwefelsäure verwandelt die Faser bei der gewöhnlichen Temperatur in Gummi, der allmälich durch Verdünnung der Masse mit Wasser, und fortgesetztes Kochen in Zucker verwandelt wird; durch heiße concentrirte Schwefelsäure wird sie verkohlt. — Salzsäure macht die Faser mürbe und zerreißlich und zerstört sie endlich ganz. Schwache Kalilauge verändert sie selbst nach längerer Zeit sehr wenig, starke hingegen verwandelt sie in der Siedhitze in Humus; durch Zusammenschmelzen derselben mit Kali bildet sich kleesaures Kali. — Der Faserstoff hat zu eini-

gen schwachen Basen bedeutende Anziehung, als: zur Thonerde, Eisenoxyd, Zinnoxyd, Manganoxyd, welche daher auch in der Färberei gebraucht werden, um durch sie die ihnen gleichfalls verwandten Farbstoffe mit der Faser innig zu verbinden (562.).

Die Zusammensetzung der vegetabilischen Faser, so verschiedenartig auch sonst das Verhalten derselben nach ihrer Abstammung ist, erscheint ganz identisch, und zwar so, daß ungefähr die Hälfte an Gewicht der Kohlenstoff beträgt, die andere Hälfte aber Sauerstoff und Wasserstoff nach der Zusammensetzung des Wassers ausmacht.

505. Die Pflanzenfaser bildet das feste Skelet der Bäume und Sträuche, so wie überhaupt aller Pflanzenstengel, Blätter, Wurzeln; sie findet sich selbst in Blüthentheilen, Früchten u. s. w. Am häufigsten kommt sie im Holze (zu 96 bis 98 Proc.) vor. — Nach der Art und Innigkeit, in der die Fasern mit einander verwebt sind, bilden sie die beinartige Pflanzenfaser, wie in den Schalen der Steinfrüchte, in gewissen Auswüchsen der Bäume, dem Flader, und in den sehr harten Holzgattungen, als Ebenholz, Quajackholz u. s. w., oder sie wird zur spaltbaren Faser, wie sie in den meisten Holzgattungen zu finden ist; nimmt die Leichtigkeit, mit der die Fasern getrennt werden können, zu, wie in den Stengeln der Gräser u. dgl., so wird sie dann zur bastartigen Faser, im Baste der Bäume, oder zur fadigen, wie im Flachs und Hanf, worin sie als sehr lange, biegsame, zähe Fäden, die ganz locker mit einander in paralleler Richtung verbunden sind, erscheint. Endlich kommt sie in Form abgesonderter, biegsamer und rauher Fäden, wollige Faser, in der Baumwolle vor.

506. **Holz.** Das Holz bildet den inneren festen Theil der baumartigen Pflanzen. — Stämme, Aeste, Zweige der Bäume und Sträuche sind von außen mit der Rinde bedeckt, unter dieser liegt der Bast, hierauf folgt der Splint und endlich das Holz. Der Bast, eine aus biegsamen Holzfasern bestehende Schichte, erzeugt sich in jedem Jahre neu, während der alte Bast sich zu Splint verdichtet, welcher auf gleiche Weise in eine Lage unreifen oder jungen Holzes übergehet. Eben so wird dieses junge Holz des vorigen Jahres durch dichteres Aneinanderlagern der Fasern altes Holz, das gegen die Mitte zu, wo es Kernholz heißt, dichter, fester und härter wird. Da diese Zunahme der Holzmassen in unserem Klima nicht gleichmäßig fortschreitet, sondern durch den Winter unterbrochen wird, so entstehen hiedurch sichtbare ringförmige und concentrische Lagen, Jahresringe, welche man wahrnehmen kann, wenn man das Holz nach dem Querschnitte des Stammes (über das Hirn) durchschneidet, hingegen

im Längenschnitte als Streifen nach der Richtung der Faser erscheinen. Auf der Querschnittsfläche oder dem Hirnholze bemerkt man außer den Jahreslagen, die durch die an einander liegenden, aus dem Baste gebildeten Längenfasern gebildet sind, auch noch radial vom Kern gegen die Rinde auslaufende Streifen, Spiegelfasern, welche nach der Querschnittsfläche die Längenfasern selbst unter einander verbinden, und dadurch zur Festigkeit des Ganzen beitragen. — Den innersten Theil des Baumstammes nimmt das sogenannte Mark ein, eine schwammige Masse, welche besonders in der Jugend des Baumes von Wichtigkeit zu sein scheint, im Alter aber bei manchen Bäumen verschwindet, indem sich die Masse immer mehr holzartig ausbildet, selten aber die Härte des eigentlichen, aus dem Splinte entstandenen Holzes erreicht. Es reißt leicht auf und ist bei vielen Nutzhölzern nicht zu gebrauchen.

507. Die Längenfasern, aus denen die Holzmasse besteht, bilden durch die Zwischenräume, welche sie zwischen sich lassen, und in dem Querschnitte des getrockneten Holzes als Poren erscheinen, diejenigen Gefäße, in denen die Säfte des Baumes enthalten sind. Diese Porosität ist bei verschiedenen Holzarten sehr verschieden, daher auch ihre Festigkeit, Dichtigkeit und ihr specifisches Gewicht. An und für sich ist das specifische Gewicht selbst der leichtesten Holzarten größer, als das des Wassers, indem sie unter der Luftpumpe von aller in den Poren enthaltener Luft befreit, untersinken; dieses ist auch der Fall, wenn durch Wasser (nach längerem Liegen in demselben) die Luft aus den Poren ausgetrieben wird. So ist das specifische Gewicht des Tannen- und Ahornholzes 1.46, jenes des Eichen- und Buchenholzes 1.53. — Für die Anwendung hingegen wird das specifische Gewicht des Holzes kleiner als das des Wassers angegeben, indem es auf die Art genommen wird, als wäre dieselbe Holzmasse innerhalb des Raumumfanges der Holzmasse und der Poren mit gleichmäßiger Dichtigkeit vertheilt. — Als das specifische Gewicht einer Holzart läßt sich nicht eine allgemein gültige Zahl, sondern nur annähernd eine Mittelzahl angeben, da Alter, Standort der Bäume u. s. w. großen Einfluß darauf haben, und selbst das Holz aus verschiedenen Theilen eines und desselben Baumes verschiedene Gewichte zeiget.

In der folgenden Tafel sind die Gewichte eines Kubikschuhes verschiedener Holzgattungen in Pfunden bei verschiedenen Graden der Trockenheit aufgeführt.

Hier bedeutet frisch das erst gefällte, gesunde, kraftvolle Holz; trocken das oberflächlich trockene, aufgeklafterte; unter dürr wird das zur Verarbeitung

geeignete, und unter gedörrt das künstlich getrocknete Holz, welches diesen Grad von Trockenheit unter den gewöhnlichen Umständen nie erreicht, verstanden.

	Frisch.	Trocken.	Dürr.	Gedörrt.
Birkenholz	52.6	45.5	38.4	31.3
Eichenholz	60.9	52.8	44.6	36.4
Eschenholz	55.1	48.0	41.0	33.9
Lärchenbaumholz ...	49.1	41.2	33.3	25.4
Lindenholz	46.6	39.0	31.3	23.7
Rothbuchen	56.9	48.9	41.0	33.1
Schwarzföhren	50.8	42.6	34.3	26.2
Tannen- od. weiches Holz	48.3	41.2	34.1	27.2
Ulmen- oder Rustenholz	54.2	46.9	39.6	32.1
Weißbuchen	58.5	51.8	44.9	38.1

Die Textur des Holzes vermöge der Längenfaser begründet die Spaltbarkeit desselben, indem durch eine mechanische Gewalt diese Fasern sich um so leichter von einander trennen, je gleichförmiger ihr Zusammenhang ist, und je weniger sie durch Spiegelfasern, Knoten und andere Hindernisse, zumal an einzelnen Stellen, verschiedenartig verbunden sind. Diese Spaltbarkeit wird am geringsten bei den in wärmeren Klimaten wachsenden dichten Holzarten, bei welchen die Längenfasern mit geringen Zwischenräumen in eine dichte Masse verwachsen sind, so daß die Jahresringe verschwinden, oder kaum merklich werden. — Auf derselben Textur beruht auch die Elasticität des Holzes, die mit jener Spaltbarkeit gewissermaßen im Verhältnisse steht, und für manchen Gebrauch eine schätzbare Eigenschaft desselben ausmacht. Diese Elasticität ist besonders bei jungem Holze, wo die Verdichtung und Verhärtung der Fasern noch keinen hohen Grad erreicht hat, bedeutend; sie ist größer bei leichten und porösen Holzarten, als bei festen und dichten.

508. Nach dem Grade der Festigkeit und Härte, welche Eigenschaften für die technische Verwendung vorzüglich zu berücksichtigen kommen, lassen sich die gebräuchlichsten europäischen Holzarten mit verschiedener Abstufung in drei Klassen abtheilen; diese sind: Harte Hölzer: Buchsbaum, Eibenbaum, Eiche, Ulme, Weißbuche, Rothbuche, Nußbaum, Pflaumenbaum, Birnbaum, Kastanienbaum. Halbharte: Esche, Ahorn, Acacie, Apfelbaum, Birke, Erle, Roßkastanie, Lärche, Föhre oder Kiefer. Weiche: Fichte, Rothtanne, Weißtanne, Linde, Pappel, Weide.

In Bezug der Verwendung theilt sich das Holz in Brennholz und Nutzholz. Letzteres, entweder Bau- oder Werkholz, kommt entweder in ganzen Stämmen vor, die theils rund, theils kantig behauen sind (Ganzholz, Rundholz), oder es ist der Länge nach in Theile von verschiedener Breite und Dicke zersägt, Schnittholz (Bohlen, Pfosten, Bretter oder Dielen, Fourniere, ferner Latten), oder es erscheint gespalten, als Spaltholz (Wagnerholz, Böttcherholz, Schindeln u. s. w.). Das Spaltholz, wozu nur leicht- und geradspaltige Holzarten, als: Stieleiche, Rothbuche, Esche, Nußbaum, Fichte, Tanne genommen werden, behält mit der natürlichen Textur seiner Längenfasern die Elasticität des Holzes ungemindert, während sie bei dem Schnittholze, da die Säge mit denselben nicht immer parallel fortgehen kann, häufig durchschnitten werden, daher ersteres auch für solche Gegenstände verarbeitet wird, wo viel Elasticität und Stärke erforderlich ist, z. B. zu Radfelgen.

Im Allgemeinen geben die auf einem weder zu trockenen noch zu feuchten, vorzüglich aus Dammerde bestehenden Boden gewachsenen Bäume das beste Werkholz; zu dichte Wälder liefern kein kräftiges Holz, daher auch die in Gebirgsgegenden gefällten Bäume denen aus der Ebene vorzuziehen sind. — Unter Tannen und Fichten gewachsene Eichen geben gewöhnlich schlechtes Holz. Aus den südlichen Theilen des Waldes ist das Holz stärker, aus den nördlichen gewöhnlich besser gewachsen. Die herrschenden Winde entscheiden vorzüglich in letzterer Hinsicht, indem die denselben mehr ausgesetzten Bäume verkrüppeln. Kräftige Zweige am Wipfel, üppige Blätter, die reine glatte, nicht weiß gefleckte, oder durch Ausflüsse und Moos entstellte, nirgens sich ablösende Rinde zeigen gesundes Holz an. Die Auswahl der Bäume mit Berücksichtigung der Dimensionen geschieht, bevor die Blätter gefallen sind, der Holzschlag selbst im December und Januar. Die vorzüglichsten Fehler des Holzes sind: die Roth- oder Kernfäule, das Verderbniß des Stammes im Kerne; die Weißfäule, eine Art von Fäulniß unter der Rinde durch zu großen Wassergehalt in jungem Holze, bei mehr oder minder durch die Rinde abgesperrtem Luftzutritte; die Kernschäle, eine Trennung der Jahresringe, besonders gegen den Kern zu, wodurch am Hirnholz concentrische Risse entstehen; der doppelte Splint, wenn der vorjährige Splint durch frühen Frost oder andere Umstände nicht Zeit hatte, sich gehörig zu verholzen, folglich, da der neue Splint sich über denselben ansetzt, in der Holzmasse ein unreifer unbrauchbarer Ring entsteht; Eisklüfte

oder Kernrisse, welche mehr oder weniger weit sich nach der Richtung der Halbmesser erstrecken.

509. Zum Artilleriegebrauche werden die Stämme nach ihren Abmessungen zur Verwendung klassificirt und danach gehauen oder beschnitten, worüber noch besondere Instructionen für den mit Ueberwachung dieses Geschäftes Beauftragten bestehen. Die in der k. k. Artillerie gebräuchlichen Holzarten sind: Eichenholz der Stiel-, in deren Ermanglung der Traubeneiche; die übrigen Eichenarten liefern kein taugliches Holz. Es wird mit Beseitigung des Kernes zu Lafetenwänden, Mörserschleifen, Roſtbettungen für Mörser, Protzriegeln, Richtmaschinen, Naben verwendet; junges Holz zu Speichen. — Rusten oder Ulmen, von der rothen oder rauhen, nicht von der weißen oder glatten Ruste; splittert weniger beim Eintreiben von Nägeln u. dgl. als Eichen, wird zu Lafetenwänden, Mörserschleifen, Protzstöcken, Achsen und Naben verarbeitet. — Eschen ist sehr elastisch und stark, die rothe Esche der weißen vorzuziehen; zu Deichselstangen, Langwieden, Speichen u. s. w. — Nußbaum zu Gewehrschäften, außer den Infanterie- und Jägergewehren; in südlichen Gegenden, wo dieses Holz häufiger ist, zu allen Schäften, auch Felgen u. s. w. — Rothbuchen zu Infanterie- und Jägergewehrschäften, Felgen, Achsen und Hebbäumen, Krampenstielen u. s. w.; es kann im Nothfalle auch unausgetrocknet zu Wagnerarbeiten verwendet werden. — Weißbuchen zu Rollen, Hebbäumen, Hebeln, zu allen Gattungen Brandröhren. — Tannen wird zu Bettungrippenhölzern, Balken für Pulverkammern, bei Mangel von Fichtenholz auch zu Brettern verarbeitet; junge Tannen zu Ladzeug- und Deckelstangen, Schaufelstielen. — Fichten zu Pfosten, Brettern und Tischlerarbeiten; junge Fichten wie gleiche Tannen. — Schwarzföhren widersteht der Nässe besser als die andern weichen Hölzer; vorzüglich zu Protzenmagazinen u. dgl. — Lärchenbaum, das beste Nadelholz, wird zu Bottichen und andern Binderarbeiten verbraucht. — Linden zu Mundklötzen, Ladzeugkolben, Laboririnstrumenten, Bodenspiegel der Haubitzschrotbüchsen. — Erlen für Wasserbauten sehr dauerhaft, wird zur Pulverkohle vorzüglich verwendet. — Birken zu Deichseln, Langwieden und Leiterbäumen, Deichselarmen, Reifen und sonstigen Geräthen.

510. In chemischer Beziehung ist an dem Holze nebst der eigentlichen Holzfaser auch die in ihren Zwischenräumen, Saftgefäßen, eingeschlossene Substanz zu betrachten.

In Bezug der ersteren, die bei allen Holzarten dieselbe ist, gilt das von der Pflanzenfaser im Allgemeinen Gesagte. Letztere, nämlich die in den Saftgefäßen enthaltene Substanz, ist eine wässerige Flüssigkeit, welche Schleim und Gummiharz, Extractivstoff, Gerbstoff u. s. w., nebst verschiedenen Kalisalzen enthält.

Die Säfte mancher Bäume enthalten Stoffe, welche eine eigene Benützung zulassen; z. B. Zucker in den zuckerigen Säften des Ahorns und der Birke; die verschieden gefärbten extractivstoffartigen Substanzen (Pigmente), welche durch Wasser ausgezogen werden können, in den verschiedenen, in den Färbereien benützten Hölzern (Farbehölzer); Harz, welches durch ein verändertes Mischungsverhältniß der schleimigen Theile in dem Nadelholze entsteht; eben so Gummi, Gummiharze, welche durch Einschnitte in den Rinden ausfließen.

511. Der Wassergehalt des frischen oder grünen Holzes ist bedeutend, übrigens verschieden nach der Baumart, und selbst an einem und demselben Baume nicht in allen Theilen gleich; auch weicht derselbe nach der Jahreszeit ab. In jüngeren Zweigen ist derselbe fast doppelt so groß als in älteren, oder im Stamme; näher an der Rinde ist der Wassergehalt größer, als im Kerne, wo schon größere Verdichtung der Faser statt findet. Das im Frühjahre gefällte Holz ist wasserreicher, als das im Winter geschlagene. — Wenn das Holz nach dem Fällen längere Zeit im Trockenen liegt, so verliert es einen großen Theil seines Wassergehaltes durch Verdünstung. Dichte harte Holzarten (Eichen, Weißbuchen ꝛc.) trocknen unter übrigens gleichen Umständen langsamer, als weiche (Erlen, Linden, Weiden, Pappeln). Dieses Austrocknen wird um so schneller vor sich gehen, je größer der Luftwechsel ist, daher nur langsam in verschlossenen Räumen; je mehr Fläche im Verhältnisse der Masse das Holz darbietet, daher ganze Stämme langsamer, als durch Spalten, Schneiden u. s. w. verkleinertes Holz; je wärmer und trockener die Luft, daher im Sommer schneller als im Winter, wo die, wenn auch geringere Feuchtigkeitsmenge dem Condensationspunkte näher steht; endlich je weiter das Holz noch von dem Punkte entfernt ist, wo ein Gleichgewicht zwischen der Anziehung der Holzfasern zum Wasser und Feuchtigkeitszustande der Luft eintritt. Ist dieser Punkt eingetreten, so wird ein dauernder Wechsel des Feuchtigkeitsgehaltes im Holze statt finden, indem dasselbe wegen des in der Atmosphäre sich ändernden Feuchtigkeitsgrades Wasser wieder aufnimmt oder abgibt. — Durch dieses Trocknen ohne Beihilfe künstlicher Wärme verliert das Holz niemals seinen ganzen Wassergehalt, indem es, wenn es auch jahrelang unter einem Dache vor dem Regen geschützt, aufbewahrt würde, immer noch 10 Proc. behält, die es erst verliert, wenn es

durch 24 Stunden einer Temperatur von 100° ausgesetzt wird. — Die hygroskopische Eigenschaft des Holzes, die ihm vermöge des zurückbleibenden Extractivstoffes und der wasseranziehenden Salze, so wie vermöge der capillaren Wirkung seiner Gefäße eigen ist, geht jedoch durch dieses Trocknen mittelst künstlicher Wärme nicht verloren, und das Holz wird daher auch bald wieder so viel Wasser anziehen, als es im lufttrockenen Zustande besaß, um das oben ausgesprochene Gleichgewicht herzustellen.

512. Mit dem Wassergehalte ändert das Holz auch seine Dimensionen, zwar sehr wenig die der Länge, so daß in den meisten Fällen nicht Bedacht darauf genommen werden darf, wohl aber bedeutend die der Breite, d. i. senkrecht auf die Richtung der Längenfasern, indem sich mit dem Entweichen des Wassers die Fasern näher an einander lagern (Schwinden des Holzes), hingegen mit der erneuerten Anziehung der Feuchtigkeit ein Oeffnen der Gefäße, und hiemit eine Ausdehnung der Holzmasse statt findet (Aufquellen des Holzes). Obwohl man daher nur lufttrockenes Holz zur Verarbeitung nehmen soll, so sind doch auch durch das beste Austrocknen derlei kleine Volümsveränderungen nicht zu vermeiden; daher werden Beschläge an Hölzern, die vor der Verarbeitung lufttrocken waren, lose, und ziehen sich von selbst fest, wenn die Luft wieder feucht wird. Erfolgt die Austrocknung ungleich, die auf einer Seite früher oder stärker als an der andern, wie z. B. an dünn geschnittenen Brettern u. dgl., so ist sie auch nur mit einseitiger Zusammenziehung verbunden, wodurch eine Krümmung derselben veranlaßt wird, Werfen des Holzes. Dieses ist z. B. der Fall, wenn ein Brett auf einer Seite mit warmer, austrocknender Luft, auf der andern Seite aber mit Feuchtigkeit oder weniger trocknenden Luft in Berührung kommt; die Concavität der Krümmung ist an der, der größeren Austrocknung ausgesetzten Seite. Laufen die Fasern an einem längeren Stücke Holz nicht in gerader Linie, parallel mit den Kanten desselben, wie bei Brettern und Latten oft der Fall ist, die schräge herausgeschnitten sind, so folgt bei einer solchen einseitigen Austrocknung ein Drehen des ganzen Holzstückes, und die Kanten liegen in einer Schraubenlinie, was mit dem Namen Windschiefwerden bezeichnet wird. Bei größeren Stücken und ganzen Stämmen werden durch die zuerst an der Oberfläche vor sich gehende Austrocknung, die äußeren Schichten sich stellenweise trennen; diese Trennungen gehen von außen nach innen, indem der Kern der an der Oberfläche vor sich gehenden Zusammenziehung nicht folgen kann (Reißen des Holzes). Diese Risse entstehen daher gewöhnlich an jener Seite, wo die Jahresringe am breitesten sind, was meistens nach der ehemaligen Stellung

des Baumes, an der Südseite desselben der Fall ist. — Von den erwähnten Rissen verschieden sind diejenigen, welche an der Querschnittsfläche, Hirnseite eines Stammes entstehen, Kernrisse; sie erstrecken sich wie ein unregelmäßiger Stern von innen nach außen, und scheinen dadurch Veranlassung zu sein, daß an der Hirnseite, wo sich die Gefäße nach außen öffnen, die Austrocknung noch schneller vor sich geht, als selbst an der Oberfläche. — Diese Uebelstände treten um so stärker ein, je größer der Wassergehalt des Holzes ist, daher sich grünes oder frisches Holz am leichtesten wirft. Aus dieser Ursache ist auch, doch nicht ganz allgemein, angenommen, das Holz im Winter zu fällen, wo die Bäume am wenigsten saftreich sind, wie schon oben bemerkt wurde.

Schwinden und Reißen haben jedoch nicht immer ihren Grund in der ungleichen Austrocknung, in Folge von ungleich starker oder einseitiger Wirkung der Luft, oder in der Unmöglichkeit, dem Antriebe des Schwindens, wie bei ganzen Stämmen, frei zu folgen, sondern auch in der ungleichen Beschaffenheit des Holzes, wodurch es für die Feuchtigkeit verschieden empfänglich ist; nicht minder hat bei schon fertigen Gegenständen die oben berührte Ungleichheit der Einwirkung, in Beziehung auf die Richtung der Fasern (der Länge oder Breite), so wie die ungleiche Dicke des Stückes an verschiedenen Stellen großen Einfluß, wodurch eigentlich ein ähnlicher Erfolg eintritt, wie an der Oberfläche, und im Kerne größerer Stämme.

513. Aus der vorangeführten Ursache muß auch das frisch gefällte Holz, wenigstens mehre Monate oder ein Jahr lang, und selbst länger in einem trockenen Raume (wenigstens vor dem Regen geschützt) aufbewahrt werden. Eben so muß man Sorge tragen, daß das Austrocknen im Verhältnisse zur Masse des Holzes nicht zu schnell erfolge. Aus dieser Ursache läßt man frisch gefällte Stämme in vor Sonnenschein geschützten, luftigen, aber nicht den Zugwinden ausgesetzten Schoppen, frei, damit die Luft von allen Seiten Zutritt habe, auf Unterlagen, nicht aber auf dem Boden liegend, zuerst in ihrer Rinde oder von derselben, aber nur zum Theil (in spiralförmigen Windungen), befreit, langsam trocknen; insbesondere zertheilt man die zum Werkholze bestimmten Stämme bald nach dem Fällen in so kleine Stücke, als es deren Gebrauch gestattet, d. i. man bringt es in die Form des grob ausgearbeiteten Gegenstandes, der daraus dargestellt werden soll; z. B. in die Form von Schäften für Gewehre, von Felgen für Räder u. s. w., oder zerschneidet es in Latten, Bretter u. s. w. Die Hirnseite, besonders der nicht in kleinere Form gebrachten Stämme, bestreicht man mit in Schweinschmeer oder Leinöhlfirniß (wozu dessen Bodensatz tauglich ist)

zerrührtem Lehm oder belegt sie mit dünnen darauf genagelten Brettchen, um die zu schnelle Verdünstung zu hindern, oder doch zu mäßigen. Wegen der Ausdünstung des Erdreiches sollen Holzdepots entweder gepflastert, oder doch mit Sand beschüttet sein; die größeren Holzgattungen, wie Lafetenwände, schlichtet man auf Unterlagen über einander, mit zwischen jeder Lage gelegten Querhölzern, so daß die Luft überall durchziehen könne. Kleinere Gattungen (Felgen, Speichen, Schäfte, Stiele) werden auf den Dachböden in Kreuzstößen aufbewahrt. Wagenstangen werden im Freien, wo sie nicht so leicht ersticken, pyramidenförmig aufgestellt. — Hiebei ist zu bemerken, daß harte, dichte Hölzer im Innern verhältnißmäßig langsamer austrocknen, und daher dem Werfen und Reißen mehr unterworfen sind, als weiche; so stehet Eichenholz bei allen seinen schätzbaren Eigenschaften in dieser Beziehung sehr im Nachtheile, gegen Tannen-, Fichten-, Föhrenholz. Neu eingelieferte Werkhölzer größerer Gattung werden durch die ersten drei Jahre 3 bis 4mal des Jahres so umgeschlichtet, daß die unten gelegenen nach oben kommen; alles übrige Werkholz dieser Art, und die Bettungen werden alle Jahre überschlichtet. Ueberhaupt benöthigen Feldlafetenwände 6 bis 8, stärkere 10 bis 12, Schleifenblöcke 12 bis 15, Feldprotzstöcke 6 bis 8, Batterieprotzstöcke 8 bis 10, Naben und Achsen 4 bis 5, Speichen, Felgen und Schaftholz 3 bis 4 Jahre zum Austrocknen. Hinreichende Trockenheit zur Verarbeitung erkennt man an dem Gewichte, an der hellen Farbe, an dem reinen Klange beim Anschlagen mit einem Hammer, und an dem Geruche des mittleren Theiles einer neuen Schnittfläche oder der Späne eines Bohrloches aus dem Innern des Holzes; am besten aber (mit Berücksichtigung des Grades der Trockenheit des Depots) aus der Dauer des Trocknens. Sonstige darauf Bezug habende Vorschriften sind in den darüber bestehenden Instructionen zu ersehen. — Soll das Holz in künstlicher Wärme getrocknet werden, so muß es aus gleicher Ursache vorerst lufttrocken gemacht, und sodann die Temperatur der Wärmstube nur ganz allmälich erhöhet werden.

Bei kleinen Holzstücken kann durch Anwendung höherer Temperatur die Feuchtigkeit schnell und auf einmal ohne Nachtheil dadurch ausgetrieben werden, daß man sie in Sand eingräbt, welchen man auf 50° erhitzt. Man hat in England hiezu noch überdieß das Auspumpen der Luft (in einem luftdichten Gefäße, worin das Holz eingeschlossen war) zur Hilfe genommen, um die Verdünstung der Holzfeuchtigkeit zu beschleunigen. Hiebei trocknen die extractartigen Theile des Holzes am Ende so ein, und die Poren desselben verengern sich durch Näherung der Fasern so sehr, daß das Eindringen von Feuchtigkeit oder feuchter Luft, und das neue Aufweichen jener extractartigen Theile möglichst erschwert wird.

514. Um das an der Luft oder durch künstliche Wärme ausgetrocknete Holz vor dem ferneren Eindringen des Wassers und der Feuchtigkeit zu bewahren, dienet am besten das Ueberziehen desselben mit Leinöhlfirniß (überhaupt Firnissen) oder Anstreichen mit Oehlfarbe; besonders brauchbar ist für solche Anstriche heiß aufgetragener Steinkohlentheer, auch Holztheer, in welch letzteren, um ihn trocknender zu machen, gepulverte Bleiglätte eingetragen wird. Das Holz muß jedoch hiezu möglichst trocken sein, weil die sonst im Innern zurückgebliebene Feuchtigkeit leicht zur Verstockung desselben Anlaß gibt. Bei Nadelhölzern, besonders den harzreichern, bietet ihr Harzgehalt gewissermaßen ein natürliches Schutzmittel dieser Art dar.

Wenn gleich in der Regel das Werfen und Quellen des Holzes sehr unwillkommene und für dessen Anwendung nachtheilige Erscheinungen sind, so kann man dieselben doch in einzelnen Fällen benützen. So besteht z. B. ein Mittel, um dünne Holzblätter zu krümmen, und zu einer ihnen zu gebenden großen Biegung vorzubereiten, darin, daß man sie mit einer Fläche vor ein mäßiges Feuer bringt, während die andere gleichzeitig mit Wasser benetzt wird; hiedurch wird erstere concav, letztere convex.

515. Die erwähnten Uebelstände des Reißens und Schwindens sucht man auch an dem schon getrockneten Holze noch durch die Art der Zusammenfügung unmerkbar und unschädlich zu machen, in so fern die Ausführung derselben mit den sonstigen Zwecken vereinbar ist. Dieses geschieht durch eine zweckmäßige Wahl der Faserrichtung zweier Holztheile gegen einander, durch die Zusammenfügung kleiner Theile zu einem größeren Ganzen oder durch eine solche Art der Zusammenfügung, wodurch entweder dem Holze für den Fall des Schwindens eine dem Reißen vorbeugende Beweglichkeit gelassen, oder auf dasselbe ein mechanischer Widerstand gegen das Werfen ausgeübt wird.

Ist das Loch eines Brettes durch einen eingeleimten Pfropf so ausgefüllt, daß dessen Hirnseite frei an der Oberfläche des Brettes liegt, so wird er nach einiger Zeit eine Hervorragung bilden, wegen der sehr ungleichen Schwindung des Längen- und Querholzes, was nicht geschieht, wenn die Fasernrichtung des Pfropfes an die Oberfläche kommt und daher mit der des Hauptstückes übereinstimmend ist. — Große Tafelflächen, die sich streng unverändert erhalten sollen (wie z. B. die der Billards), werden aus schmalen, höchstens 6″ breiten Bohlen gebildet, eben so Platten, auf denen große Holzschnitte gearbeitet werden sollen, aus 6 bis 9‴ breiten Stäbchen, welche mittelst durchgehender Schraubenbolzen zusammengepresset gehalten werden; Zusammensetzung kleiner Holzflächen in verschiedener Richtung der Fasern in einem Rahmen, Parquetfußböden, Billardstöcke. — An Thüren, Hinterwänden von Möbeln u. s. w., setzt man die

Füllungen ohne Leim ein, damit sie sich ungehindert zusammenziehen können, wie es an den von Farbe entblößten Stre'fen längs der Kante des Rahmholzes bei angestrichenen Thüren zu sehen ist; die Hirnleisten bei Reißbrettern, welche mittelst Nuth und Feder an das Brett angesetzt sind, leisten mechanischen Widerstand.

516. Durch das beste Austrocknen des Holzes wird aber stets nur das Wasser des Saftes entfernt, die darin gelöst gewesenen Stoffe aber bleiben zwischen den Fasern zurück, und halten entweder mit großer Hartnäckigkeit, Feuchtigkeit an sich, oder nehmen dieselbe, wenn sie ihnen endlich doch entzogen wird, unter günstigen Umständen wieder auf. Man sucht daher die im Safte enthaltenen Stoffe durch Wasser oder Wasserdampf aufzulösen, und aus dem Holze wegzuschaffen, worauf das letztere an der Luft, und gelegentlich in geheizten Räumen getrocknet wird. Diese Methode des Auslaugens, welche sich durch vielfältige Erfahrung bereits bewährt hat, erlaubt zugleich die möglichst schnelle Benützung des geschlagenen Holzes. Sie wird auf dreierlei Weise ausgeführt.

a. Durch das allmäliche Auslaugen des Holzes im kalten Wasser. Wird das Holz in fließendes Wasser eingesenkt, so wird der Saft zuerst an der Oberfläche, und dann nach und nach im Innern ausgewaschen. Jedoch erfordert dieses Mittel lange Zeit, und muß bei dicken Stücken wohl in zwei oder drei Sommern wiederholt werden, um den Zweck vollkommen zu erreichen, weil das Wasser nur langsam das Holz ganz durchdringt und einmal eingedrungen, nicht so leicht darin wechselt. Gleichwohl zeigt sich schon nach 1 bis 2monatlicher Dauer dieses Auslaugens ein wirklicher Erfolg dadurch, daß die so behandelten Hölzer, z. B. eichene Ständer, Riegel, ferner Brückenbalken u. dgl. weniger schwinden und sich verziehen, als unausgelaugte. Das Einlegen des bereits im Rohen ausgearbeiteten Holzes soll so viel als möglich bald nach dem Fällen desselben geschehen, weil die Säfte in diesem Falle noch leichter ausziehbar sind. Balken und anderes dickes und langes Holz pflegt man mit dem unteren (der Wurzel näheren) Ende gegen den Strom zu legen, wodurch die Durchdringung desselben vom Wasser erleichtert wird.

b. Auslaugen mit kochendem Wasser. Schneller wirkend zur Entfernung der auflöslichen Theile, aber nur für kleine Stücke ausführbar, ist das Kochen des Holzes im Wasser, was in einem gewöhnlichen über Feuer befindlichen Kessel vorgenommen werden kann, oder indem Dampf durch ein Rohr auf den Boden eines mit Wasser gefüllten Bottiches, worin sich das Holz befindet, geleitet wird.

c. Am vollständigsten wird das Holz von den auflöslichen, das Anziehen des Wassers begünstigenden Theilen durch das Auslaugen desselben mit Wasserdampf befreit. Dämpfen des Holzes.

517. Nach der Einrichtung, wie sie in Oesterreich seit einigen Jahren zum Dämpfen der Gewehrschäfte besteht, wird der Dampf mit der Spannung von 6" Wasserhöhe aus dem Dampfkessel in eine gemauerte und durch aufgeschraubte, gut passende Thüren zu schließende Kammer geleitet, in die er an drei verschiedenen Punkten der nahe über dem Boden geführten Zuleitungsröhre ausströmet. Auf einem um 6" höher liegenden nur aus Latten, die in geringen Abständen neben einander gelegt sind, gebildeten Boden, sind die roh ausgearbeiteten Gewehrschäfte dicht neben einander, mit dem Kolben abwechselnd auf- und abwärts gestellt; Anfangs werden sie von dem einströmenden Dampfe nur erwärmt, später dringt der Dampf in die durch Hitze geöffneten Poren derselben ein, und wirkt auflösend auf die extrahirbaren Stoffe des (Rothbuchen-) Holzes. Die in der ersten Stunde condensirte Flüssigkeit, welche durch die bloße Abkühlung des Dampfes entsteht und daher auch wasserhell erscheint, färbt sich nach und nach in Folge der aufgelösten Stoffe dunkler, so daß sie nach ungefähr 15 bis 18 Stunden, wobei die Temperatur im Innern der Kammer bis auf 80° gestiegen ist, ganz dunkelbraun wird; salpetersaures Bleioxyd erzeugt in derselben einen rothbraunen, Eisenvitriol einen blauschwarzen bis schwarzen Niederschlag. Sobald die wieder lichter werdende Lauge ungefärbt abläuft, womit auch die erwähnte Reaction aufhört, hält man die Operation für geendet. Die aus der Kammer genommenen Schäfte werden in Kreuzstößen unter dem Dachboden aufgeschlichtet, einer langsamen Trocknung überlassen; nach ungefähr 14 Tagen werden sie, um vollständig auszutrocknen, in die Trockenkammer gebracht. Diese wird Anfangs ganz schwach und allmälich stärker geheizt, so daß die Temperatur erst nach acht bis zehn Tagen auf 24 bis 30° steigt, wonach dieselbe noch eben so lange unterhalten wird; während dieser Zeit werden die Schäfte einigemal umgeschlichtet, was auch schon während des frühern Trocknens vorgenommen wurde. Zeigen Probeschäfte, welche Anfangs und dann von Zeit zu Zeit gewogen werden, keinen oder nur den sehr geringen Verlust von 1 bis 1½ Lth. in 8 Tagen, so ist die Trocknung als vollendet anzusehen, was sich auch durch den hellen Klang des Holzes kund gibt. — Das aus der Dampfkammer genommene, noch heiße und nasse Holz läßt sich leicht krümmen und biegen, behält auch diese Form bei, wenn es in dem gebogenen Zustande erkaltet und einigermaßen trocknet. (Mittel, krumme Schäfte gerade zu richten.)

Der Dampfkessel hat die gewöhnliche Einrichtung; er ist mit einem Elaterometer und einem Sicherheitsventile versehen, dann mit der Vorrichtung, den Zufluß des Wassers ununterbrochen zu gestatten und zu reguliren, so wie den Stand desselben untersuchen zu können. — Die Kammer, in der die Dämpfung vorgenommen wird, fasset bei einer Höhe von 5½ Fuß 1500 Schäfte. Ihr eigentlicher gemauerter Boden ist mit Asphalt belegt und nach einer Seite abhängig, um die condensirte Flüssigkeit daselbst durch eine Röhre abfließend zu machen, wo zugleich eine 6″ hohe Wassersäule als Sperrflüssigkeit des Dampfes dienet. An mehren Punkten greifen Thermometer aus dem Innern durch das Mauerwerk nach außen, und zeigen die Temperatur der Kammern an. — Die Trockenkammer, welche mit erwärmter Luft geheizt wird, faßt 3000 Schäfte; ein einfacher Ventilator führt die mit Wasserdampf geschwängerte Luft ins Freie, durch welche Einrichtung die Trocknungszeit von 8 bis 6 Wochen auf 3 bis selbst 2 Wochen herabgesetzt wurde.

Das auf diese Weise behandelte Holz, welches 20 bis 40 Proc. von dem Gewichte verlor, das es im frischen, grünen Zustande besaß, ist um 5 bis 10 Proc. leichter, als bloß gewöhnlich getrocknetes; es zieht in Folge der hinweggeschafften Saftstoffe in feuchter Luft bedeutend weniger Wasser an, quillt dabei in viel geringerem Maße, und unterliegt folglich auch dem Schwinden und Werfen viel weniger als unausgelaugtes, ohne einen Nachtheil für die Festigkeit des Holzes besorgen zu müssen, oder eine größere Schwierigkeit in der Bearbeitung zu finden, wie es durch Versuche bestätiget ist.

Auf diese Art wird seit drei Jahren der große Bedarf an Schäften, welcher zu der vorzunehmenden Umstaltung der Militärgewehre erforderlich ist, befriediget, indem sogar frische Schäfte sehr bald nach ihrer Einlieferung, und im Nothfalle selbst nach 8 Wochen schon zur Bearbeitung in die Werkstätten abgegeben werden können, während sie früher erst nach einer 3 bis 4jährigen Aufbewahrung in trockenen Depots verwendet werden konnten, wobei sich überdieß durch Verziehen und Werfen (Krummwerden) und Reißen nur ein Ausschuß von 3 Proc. ergibt, während dieser Verlust nach der frühern Trocknungsweise selbst bis 30 Proc. gestiegen war.

Eine längere Dämpfung als die nach dem oben Angegebenen scheint schon einigermaßen eine Veränderung der Holzfaser herbeizuführen, indem die Flüssigkeit anfängt, sauer zu reagiren, was früher nicht der Fall war. Man hält daher eine längere Dämpfung für nachtheilig, da die entstehende Säure nun nicht mehr herausgeschafft wird, und nach der vollkommenen Herstellung des Gewehres das Rosten der mit dem Schafte in Berührung stehenden Eisentheile in feuchter Luft befördern würde.

Man hat auch (C. Hartmanns Technologie) die Ansicht geäußert, durch den Zutritt von Luft (bei der Einrichtung eines lose aufgesetzten Deckels) die

Temperatur des Dampfes in der Kammer nicht auf 80, sondern nur auf 50° steigen, dafür aber dessen Einwirkung länger dauern zu lassen, um die, die Faser schon verändernde oder etwas schwächende Wirkung des siedendheißen Dampfes zu heben; über den Werth dieses Vorschlages liegen jedoch noch nicht genügende Erfahrungen vor.

518. Die Holzfaser, so wie es von der vegetabilischen Faser im Allgemeinen angegeben wurde, erleidet für sich nur eine sehr langsame Zersetzung durch die vereinigte Wirkung von Luft und Feuchtigkeit. Bei weitem schneller geht dieselbe jedoch durch die im Baumsafte enthaltenen Substanzen vor sich, die der Gährung und Fäulniß viel mehr unterworfen sind, und dieselbe auf das Holz übertragen; die Fasern werden dadurch so verändert, daß sie ihren Zusammenhang verlieren, und zuletzt einen erdartigen, zerreiblichen Zustand annehmen.

Nach den Umständen, unter welchen diese von selbst erfolgende Zerstörung vor sich gehet, unterscheidet man gewöhnlich zwei Arten derselben, die nasse und trockene Fäulniß; die nasse Fäulniß, Fäulniß im engeren Sinne, findet statt bei einem Ueberflusse von Feuchtigkeit, wodurch das Holz fortdauernd im nassen Zustande erhalten wird, und die Zersetzung unaufgehalten fortschreitet. — Die trockene Fäulniß, Trockenfäule, Trockenmoder (im Besondern auch Vermodern, Verstocken, Vermorschen genannt) zeigt sich bei geringerem und abwechselnd bald steigendem, bald sinkendem Feuchtigkeitszustande, so daß hiebei die Zersetzung bald vermindert oder gar unterbrochen wird, und daher im Ganzen langsamer fortschreitet. Beide Arten sind eigentlich dieselben und es läßt sich dazwischen keine genaue Grenzlinie ziehen; Holz in der nassen Fäulniß zeigt sich, wenn das überflüssige Wasser verdünstet wird, dem in der gewöhnlichen Vermorschung zerstörten völlig ähnlich. Das naßfaule Holz zeigt sich gewöhnlich da, wo dessen Zersetzung in Berührung mit wasserhaltenden Körpern, besonders der Dammerde vor sich ging, das vermoderte oder trockenfaule Holz dagegen entsteht in solchen Lagen desselben, wo es im Ganzen trocken liegt, jedoch in Begünstigung der Wärme abwechselnd der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, oder im noch feuchten Zustande in eine Lage gebracht wird, wo es seine Feuchtigkeit durch allmäliche Verdünstung nicht verlieren kann.

Die erstere Art der Zerstörung zeigen die in Erde eingegrabenen Pfähle, die hohlen Stammende mancher Bäume u. s. w. Der letzteren Art der Zerstörung unterliegt alles Bau- und Werkholz, das der Einwirkung der freien Witterung ausgesetzt ist, wie bei hölzernen Brücken, bei den Schindeln der Bedachung u. s. w., ferner das Holz, zu welchem allmälich, oder abwechselnd zumal in

der Wärme, Feuchtigkeit Zutritt hat; z. B. die Dielen, mit denen der feuchte Boden ebenerdiger Zimmer belegt ist; das Holz in dem untern Raume eines Schiffes; das Holz an den Dachstühlen, an den Stellen, wo es vom Regen benetzt werden kann; das Ende der Dippelbäume in Gebäuden, wenn es noch mit feuchtem Schutt bedeckt wird, oder die hölzernen Fußböden, wenn sie öfters mit Wasser benetzt werden, eingezapfte Holztheile, die der freien Witterung ausgesetzt sind u. s. w.

Wenn diese Zerstörung des Holzes, besonders unter dem Zutritte einer größeren Menge Feuchtigkeit, bis zu dem Grade gediehen ist, daß sich seine Oberfläche der Beschaffenheit der Dammerde nähert, so wird sie ein Standort für verschiedene Schwämme. Das Entstehen derselben ist daher wohl ein Zeichen des fortgeschrittenen Verderbens, aber keineswegs deren Ursache. Der nachfolgende Versuch gibt näheren Aufschluß über den Vorgang der diese Zersetzung begleitenden Umstände.

Wenn man eine Quantität Sägspäne irgend eines Holzes, z. B. des Eichenholzes, mit Wasser so lange abkocht, als letzteres noch gefärbt wird, und die erhaltene bräunliche Flüssigkeit an einen temperirten Ort stellt, so kommt sie bald zur Gährung, verbreitet Anfangs einen säuerlichen, nach längerer Zeit einen fauligen Geruch, wobei sie sich mit Schimmel bedeckt. Ausgekochte Sägspäne hingegen bleiben unverändert, auch wenn sie längere Zeit in mäßiger Wärme befeuchtet erhalten werden. Uebergießt man diese ausgekochten Späne mit einem Theile des Holzextractes, den man zu diesem Behufe etwas mehr concentrirt hat, vermengt sie damit, und läßt sie in mäßiger Wärme stehen, so fängt bald die Gährung an; die Holzspäne werden nach und nach angegriffen und verändert, und das Ganze verwandelt sich allmälich in eine zerreibliche Masse. Der in gelinder Wärme bis zur Trockenheit abgedampfte Holzextract zieht die Feuchtigkeit stark an, und wird bald schmierig und flüssig, wenn er nicht bei einer Hitze abgedampft worden ist, welche ihn zum Theil zersetzt und verkohlt hat. Aus dem Gesagten erklären sich die Erscheinungen beim Vermodern des Holzes.

519. Nicht alle Holzgattungen faulen gleich leicht und schnell. Aus Erfahrungen geht hervor, daß im Allgemeinen Holz von Eichen, Ulmen, Lärchen, Föhren und Fichten zu den dauerhaften gehört, Holz von Eschen, Buchen, Erlen, Birken weniger, endlich Holz von Weiden, Pappeln am wenigsten dauerhaft ist. Manche Hölzer halten sich im Wasser besser als andere, während es im Trockenen umgekehrt ist. So dauert Erlenholz weit länger in der Nässe, als Fichten- und Buchenholz, ungeachtet es in freier Luft beiden genannten nachstehet.

Am schnellsten geht die Zersetzung des Holzes vor sich, wenn es an sich selbst feucht ist, oder noch Vegetationswasser enthält. Bauholz ist daher um so schneller dem Verderben ausgesetzt, je kürzere Zeit es nach seiner Fällung

verbraucht wird; am frühesten verdirbt es, wenn es im Safte stehend gefällt worden ist. Dieses Verderben wird auch in das Innere durch die beim Austrocknen an der Oberfläche entstandenen Risse fortgepflanzt, in welche das Wasser eindringt. — Holz in Mauerwerk eingesetzt, welches Kalksalze enthält, oder wo der Mörtel mit kochsalzhaltigem Wasser angemacht ist (wodurch salzsaurer Kalk entsteht), entgeht einem baldigen Verderben nicht, da diese zerfließlichen Salze ihm fortwährend Feuchtigkeit zuführen; dasselbe ist der Fall mit Holz auf feuchter Erde, besonders Dammerde. Die Zerstörung wird gleichfalls beschleuniget, wenn Holz, das noch sein Wasser enthält, im Austrocknen verhindert wird, wie es der Fall ist, wenn es mit einem deckenden Anstriche von Oehlfarbe versehen wird, ehe es noch gehörig ausgetrocknet ist.

520. Da vorzüglich die Saftstoffe die Zerstörung des Holzes unter den übrigens günstigen Umständen herbeiführen, so ist Wegschaffung derselben oder Vernichtung ihrer Gährungsfähigkeit das vorzüglichste Mittel, das Holz vor Fäulniß oder Vermoderung zu bewahren. Eine bloße Austrocknung des Holzes an der Luft oder durch künstliche Wärme hindert das Verderben nur dann, wenn es auch ferner vor Nässe geschützt bleibt, wegen der hygroskopischen Eigenschaft der beim Trocknen zurück gebliebenen extractartigen Substanzen, daher die Aufnahme neuer Feuchtigkeit durch einen gut deckenden Anstrich verhindert werden muß, wie es oben als Mittel gegen den Uebelstand des Werfens u. s. w. angegeben wurde.

Wirksamer ist das Austrocknen des Holzes durch künstliche Wärme bis zu dem Grade, daß dessen Säfte die Fähigkeit verlieren, in Gährung zu treten. Dieses geschieht durch Rösten desselben über offenem Feuer, oder durch Backen in einem Ofen, was jedoch nur bei kleineren Stücken anwendbar ist, aber in jedem Falle wirklich so weit gehen muß, daß der brenzliche Geruch der Holzsäure sich bereits zu entwickeln anfängt, und das Holz auf der Oberfläche eine bräunliche Farbe annimmt; es widersteht sodann dem Verderben auch in feuchten Lagen viel besser, weil wenigstens ein großer Theil der ausziehbaren Substanz, besonders nach der Oberfläche zu, vermöge der anfangenden Zersetzung seine hygroskopische Eigenschaft verloren hat. Sollen Pfähle, welche man in die Erde setzt, vor der Vermorschung geschützt werden, so ist es nicht hinreichend, nur den Theil, welcher in der Erde steckt, zu rösten und von außen zu verkohlen, denn der innere Theil erhält die Feuchtigkeit von den obern Theilen des Pfahles wieder, sondern es ist wirksamer, den ganzen Pfahl bis zur braunen Oberfläche stark und den untern Theil am stärksten zu rösten. Da überdieß an der abgeschnittenen

Fläche (dem Hirnholze) durch die dort offenen Gefäße des Holzes das Wasser am leichtesten eindringt, so muß in ähnlichen Fällen diese Oberfläche entweder durch einen Ueberzug von Kupfer- oder Eisenblech oder durch eine dichte Lage von Oehlfirniß oder Oehlfarbe bedeckt werden.

521. Die Veränderung der Saftstoffe in der Art, daß deren Gährungsfähigkeit vernichtet wird, kann auch durch chemische Agentien bewirkt werden, nämlich durch Auflösungen verschiedener Salze, mit denen die extrahirbaren Stoffe des Holzes im Wasser unauflösliche Niederschläge bilden. Am wirksamsten hierin zeigen sich Auflösungen von holzsaurem Eisenoxyde und von Quecksilbersublimat, in welchen man das Holz tränkt. — Zur Bereitung der ersteren wendet man den rohen Holzessig an, dampft ihn bis auf den fünften Theil ein, löset so lange er noch heiß ist, Eisenoxydhydrat oder gerostetes Eisen darin auf, filtrirt die Flüssigkeit und gießt sie in ein Faß auf rostiges Eisen, welches von Zeit zu Zeit durch anderes ersetzt wird.

Nach neueren Erfahrungen hat sich das Quecksilbersublimat zur Verhinderung der Holzfäulniß auch unter den ungünstigsten Umständen am wirksamsten erwiesen, und dieses Verfahren wurde einige Zeit in England zur Präservirung des Schiffbauholzes angewendet (auf 50 Pf. kalten Wassers 1 Pf. Sublimat). Nach der Stärke des Holzes ließ man die Auflösung verschieden lang auf dasselbe einwirken, als: für Stücke von 14, 7 oder 3 Zoll im Quadrat durch 14, 10 und 7 Tage; für Tannenbretter 3 Tage (auch Segeltuch und Tauwerk wurde auf gleiche Art behandelt), wonach man es durch einen Monat liegen ließ, ehe man es verwendete. Die gebrauchte Auflösung, deren Dichte durch das Aräometer früher bestimmt war, konnte durch Zugabe der nöthigen Menge Wasser und Sublimat wieder verwendet werden. Das auf diese Art zubereitete Holz hat sich in einer dumpfigen, mit fauligen Vegetabilien angefüllten und immer in der Wärme erhaltenen Grube 3 bis 5 Jahre lang unversehrt erhalten. Uebrigens ist wegen der giftigen Beschaffenheit dieses Salzes die größte Behutsamkeit bei der Operation nothwendig. (Kyanisiren des Holzes nach dem Erfinder Kyan.)

Bei diesem Processe geht das Sublimat (Quecksilberchlorid) in Chlorür über, welches mit dem Eiweiß und den extractartigen Theilen des Holzes, nach dem oben Angegebenen in eine Verbindung tritt, welche weder in Wasser löslich, noch an der Luft veränderlich, daher auch nicht mehr der Gährung unterworfen ist. — Das in geringer Menge an der Oberfläche efflorescirte Salz, Quecksilberchlorür, welches der Verbindung entging, so wie freies Sublimat, kann mit Wasser abgespült werden.

In England soll man auf ähnliche Art auch das Holz für Eisenbahnen durch Zinkvitriol zubereiten, dessen Lösung mit Hilfe einer hydraulischen Presse in dasselbe eingepreßt wird.

Die Wegschaffung der extrahirbaren Theile aus dem Holze wird ganz nach denselben Methoden bewirkt, wie es schon oben angegeben wurde. Mit dem Auslaugen durch Dämpfe, wodurch dieser Zweck am vollständigsten erreicht wird, kann die Durchdringung des Holzes mit Theer und zwar auf die Weise verbunden werden, daß man in der letzten Periode der Operation, wenn die Extractbrühe mit heller Farbe abzulaufen anfängt, eine Quantität Theer dem Wasser des Dampfkessels hinzusetzt, und die Dämpfung fortsetzt. Der Theerdampf geht zugleich mit dem Wasserdampfe in den Behälter, durchdringt die Holzstücke, und setzt sich zwischen deren Fasern fest. Auf diese Art zubereitetes Holz (Eichenholz) hatte sich, ohne Risse zu erhalten, nach dem Trocknen in einen etwas kleineren Raum zusammengezogen und daher sein specifisches Gewicht vermehrt. Es war bedeutend härter und dichter geworden, so daß es sich mit dem Hobel schwer bearbeiten ließ.

Einige Stücke auf diese Art behandelt und dann in feuchte Dammerde gelegt, zeigten nach mehren Monaten keine wahrnehmbare Veränderung. Ein solches Stück, eine Zeit lang in Wasser eingeweicht, ließ (bei 12°) den vierten Theil des aufgenommenen Wassers nach zwei Stunden durch Verdünstung fahren; nach 24 Stunden war der übrige Theil gänzlich verdünstet, so daß das Holz wieder so viel wog, als vorher. (Prechtl's technologische Encyclopädie, Band 7.)

522. **Baumwolle.** Die Baumwolle ist die faserige Substanz, welche in den Samenkapseln der verschiedenen baum-, strauch- und staudenartig wachsenden Gattungen der Baumwollenpflanze die Samen einhüllt. Zur Zeit der Reife springen diese Samenkapseln mit einem schwachen Knalle auf, und die in denselben vorher zusammengepreßte Wolle quillt in Folge ihrer Elasticität heraus. Die Baumwolle ist entweder rein weiß, oder ganz schwach gefärbt (von der gelblichen bis zur bräunlichen Farbe); sie besteht aus Fäden von 1 bis 2 Zoll Länge, und wird für desto besser gehalten, je feiner, weicher und reiner sie von Knoten und andern fremden Substanzen ist; übrigens ist sie nach der Art der Pflanze, so wie nach Klima, Boden u. s. w. verschieden. Die Baumwolle ist unter allen spinnbaren Materialien dasjenige, welches sich am leichtesten in einen feinen und gleichförmigen Faden verwandeln läßt, was sie der gekräuselten Form der natürlichen Fäden verdankt, wodurch sie schon beim bloßen Nebeneinanderliegen in einem gewissen Grade an einander haften. Man braucht daher, um haltbare Fäden zu erhalten, diese nicht so sehr zu drehen, wie die leinenen; dieses gibt der

Baumwolle für ihren Gebrauch als Garn in dem Artillerielaboratorium bei der Erzeugung der Stoppinen den wesentlichen Vorzug der leichten Entzündlichkeit, den sie verliert, wenn sie mit thierischer Wolle verfälscht wird. Um dieses zu erkennen, tauchet man den Baumwollfaden in Chlorwasser, wodurch er sich im Falle dieser Verfälschung gelblich färbt, hingegen weiß bleibt, wenn er aus reiner Baumwolle ist. Die Stärke der Baumwollfäden wird nach Nummern bestimmt, die durch die Zahl der aus einem Pfunde gesponnenen Strähne bestimmt wird.

Da der Baumwolle von Natur aus meistens eine schwache Färbung anhangt, welche, soll der Baumwollenzeug später gefärbt werden, die Verbindung mit dem Farbstoffe erschwert, so werden Baumwollenzeug oder Garn auf ähnliche Art, wie es beim Flachs und Hanf angeführt werden wird, gebleicht.

523. **Flachs** und **Hanf** sind die Bastfasern zweier Pflanzen, des Leins und des Hanfs. Die Stengel beider Pflanzen bestehen nämlich aus einem holzigen Kerne und dem (mit einem dünnen feinen Häutchen überkleideten) Baste, welcher ersteren wie eine aus parallelen Fasern bestehende Röhre umhüllet. Im natürlichen Zustande hangen die Fasern des Bastes nicht nur an dem holzigen Kerne, sondern sie sind auch unter sich selbst mittelst einer grün- oder gelbbräunlichen Substanz zusammengeleimt, dessen schleim- und extractivstoffartige Bestandtheile im Wasser, hingegen die kleberartigen Substanzen nur in alkalischen Laugen löslich sind; hieraus erklärt sich, daß bei der Behandlung des Bastes mit kaltem oder heißem Wasser, letzteres sich zwar stark braun färbet, die Fasern jedoch nicht von einander getrennt und in den zur Verarbeitung nöthigen Zustand der Vertheilung gebracht werden können, sondern daß es erst durch Behandlung mit alkalischer Lauge (oder, obwohl minder schnell, mit Seifenwasser) möglich wird, da Kleber als das eigentliche Bindemittel anzusehen ist. Dieses Verfahren ist jedoch zur Ausführung im Großen nicht anwendbar. Auch auf rein mechanischem Wege durch Klopfen, Drücken, Reiben u. dgl. ließe sich eine vollständige Zertheilung der Fasern nur mit verhältnißmäßig großem Zeitaufwande, und erst, nachdem viele Fasern zerrissen worden sind, erreichen.

Die Methode, deren man sich demnach zu diesem Zwecke bedienet, besteht in der Zerstörung des die Fasern verbindenden Klebers durch eine zweckmäßig eingeleitete Gährung (Röste), worauf einige mechanische Operationen zu folgen haben. Werden nämlich rohe Leinstengel ins Wasser gelegt und darin bei einer nicht zu niedrigen Temperatur sich selbst überlassen, so tritt sehr bald die saure Gährung ein, wonach sich die Fasern von

den sodann getrockneten Stengeln durch Zerreiben leicht loslösen lassen. Bei längerem Verweilen unter Wasser verschwinden die Zeichen der sauren Gährung, indem sie in die faulige übergeht. Die Faser wird hiebei braungelb, später dunkelbraun, verliert an Festigkeit, und kann endlich ganz zerstört werden, wenn die Einwirkung zu lange dauern würde. Hieraus folgt, daß das Rösten mit der sauren Gährung schon vollendet wird, und daß die nachfolgende faule Gährung auf keinen Fall über ihren Anfang hinaus fortschreiten darf. Ein solcher überrösteter oder verrotteter Flachs erhält eine schwer zu tilgende Farbe und eine beträchtlich verminderte Festigkeit. Man unterscheidet Wasser- und Luft- oder Thauröste. Bei ersterer werden die Stengel in lockere Bündel gebunden in das Wasser eingesenkt, mittelst Bretter und Steine beschwert, und darin nach Verhältniß des Flachses und der Temperatur 5 bis 14 Tage liegen gelassen, bis nämlich eine herausgenommene Probe zeigt, daß der Bast leicht mit den Fingern von dem Holze abgestreift werden kann. Stehendes Wasser, in welchem die ausgezogenen Theile des Flachses und die Producte der Gährung bleiben, befördert wohl den Proceß, führt ihn aber auch leicht zu weit, während er im fließenden Wasser wegen der schnellern Davonführung jener Stoffe bedeutend verzögert wird. Man zieht daher stehende Wässer mit einem geringen Zuflusse von unten und eben solchen Abfluß von oben, als Mittelweg vor. — Bei der Thauröste, welche insbesondere bei dem Lein angewendet wird, werden die übel riechenden und ungesunden Ausdünstungen, welche im vorigen Falle in einem ziemlich großen Umkreis verbreitet werden, so wie die Gefahr des Ueberröstens vermieden. Hiezu werden die Stengel auf einem Stoppelfelde oder Rasenplatze in sehr dünnen Lagen ausgebreitet und von Zeit zu Zeit umgewendet. Durch die allmäliche Einwirkung von Luft, Thau und Regen, wird derselbe Erfolg, zwar langsamer, doch eben so sicher und ohne alle Gefahr eintreten; der Flachs bleibt weich und zart, auch heller von Farbe (ist daher in der Regel leichter zu bleichen). Die Dauer dieser Röste ist von 2 bis 6 und selbst bis 8 Wochen; anhaltend feuchte Luft wirkt günstig, Sonnenschein, welcher zu viel trocknet, verzögernd ein. Man pflegt auch mit günstigem Erfolge beide Arten des Röstens mit einander zu verbinden, indem man den Lein einige Tage im Wasser einweicht und dann erst der Tauröste aussetzt. Der gehörig geröstete Lein oder Hanf wird an der Sonne oder in eigenen Trockenstuben, Darrstuben, getrocknet, dann mit Schlägeln geklopft, mit Brechen oder Bracken, im Großen zwischen cannelirten Walzen gebrochen, wobei

sowohl die mürbe äußere Rinde, als der innere holzige Theil zu Spreu (Schäben) verkleinert, größtentheils abfällt. Diese Art des Röstens wird vorzüglich beim Lein, die Wasserröste gewöhnlich beim Hanf angewendet. Die gebrochenen Leinenstengel, die nun **Flachs** heißen, so wie der **Hanf**, werden mittelst einem kammartigen Werkzeuge gehechelt, theils, um die noch anhängenden Schäben abzustreifen, als auch um die zu kurzen Fasern von den langen zu trennen und letztere noch feiner zu vertheilen und parallel zu legen. Die Abfälle beim Hecheln an kurzen und verworrenen Fasern heißen **Werg** und können nur zu gröberen Gespinnsten oder zu Seilerarbeiten verwendet werden.

Guter Flachs muß von Farbe hell und silbergrau oder gelblich (nicht grünlich oder schwärzlich), lang, fein, weich und glänzend, gleichsam seidenartig sein, und keine breiten, bandförmigen (aus noch ungetrennten Fasern bestehenden) Theile enthalten. Das Werg unterscheidet sich nur dadurch, daß die Fasern kürzer, von sehr ungleicher Länge, und mehr oder weniger verworren sind. Der Hanf stimmt in seinen Eigenschaften wesentlich mit dem Flachse überein; seine Faser ist gröber, zeichnet sich jedoch durch Festigkeit aus. Das Spinnen des Flachses und Hanfes, so wie des Werges von beiden, geschieht entweder auf der Spindel, oder auf Spinnrädern oder auf Spinnmaschinen. Die Fabricate aus Flachs und Hanf sind **Zwirn**, **Leinwand**, **Zwillich** und die **Fabricate des Seilers**.

524. **Zwirn** wird durch das Zusammendrehen mehrer aus den Fasern locker zusammengesponnener Flachsfäden, dem **Garne**, erhalten, wodurch, wenn das Zusammendrehen nur bis zu einem gewissen Grade geschieht, die Haltbarkeit der Fäden zunimmt, im Gegentheil aber, wenn es zu viel geschieht, leidet. Zwirn, sich selbst überlassen, darf sich nicht aufdrehen, muß glatt und nicht knotig sein und im ungebleichten Zustande die oben angegebene Farbe des Flachses haben; er darf ferner keinen dumpfigen Geruch zeigen. Man untersucht denselben, besonders den gebleichten, auf seine Haltbarkeit.

Grauer (ungebleichter) Zwirn hat im Artillerielaboratorium zum Binden der Infanteriepatronen und des Musselins an die Rohrbrandeln, zum Nähen der Patronensäcke u. s. w. Anwendung.

525. **Leinwand** ist aus Garn gewebtes Zeug. Man unterscheidet daran Längenfäden, **die Kette**, und Querfäden, **den Einschlag**.

Bei der Leinwand hat man darauf zu sehen, daß sowohl die Kettenfäden unter sich, als auch diese mit den durch das ganze Stück fort-

laufenden Einschlagfäden von gleicher Stärke, eben so, daß sie glatt, ohne Knoten und losen Fasern sind, daß das Gewebe überall gleich stark zusammengeschlagen sei und daß keine Reißstellen, d. i. Stellen, wo ein Kettenfaden fehlt, vorhanden sind. Man kann auch das Garn aufdrehen, um zu untersuchen, ob es haltbar, von gutem langem Flachse sei. Das Materiale soll sich überhaupt gesund und nicht verstockt zeigen; gebleichte Leinwand nicht durch Chlor gelitten haben und mürbe sein; man könnte zur Ueberzeugung, ob dieser Uebelstand nicht zu befürchten sei, ein Stück in Wasser kochen und auf Salzsäure reagiren. — Zwillich unterscheidet sich von der Leinwand nur durch die Art der Lage des Einschlagfadens; auch wird hier meistens Flachs- und Hanfgarn zugleich angewendet. Das von der Leinwand Gesagte gilt auch hier.

Leinwand wird im Artillerielaboratorium zur Anfertigung der Patronensäcke für Batteriegeschütze, zu Brandröhrenpflastern verwendet; Zwillich zu Pulversäcken, Pulverplachen (Ueberzüge über Laborirtafeln), zu Granatenpflastern; Doppelzwillich zur Anfertigung der Säcke für Leuchtkörper u. s. w.

Die Faser des Flachses besitzt in ihrem natürlichen Zustande eine licht graugelbe Farbe, die durch den Proceß des Röstens noch dunkler wird, indem sich hiebei durch Zersetzung einer kleberähnlichen Materie eine färbende Substanz bildet, die sich fest mit der Faser vereiniget, und weder im Wasser (selbst im kochenden), noch in Säuren und Alkalien löslich ist; erst nach höherer Oxydation ist dieses Pigment in einer alkalischen Lauge löslich, wodurch es hinweggeschafft werden kann (Proceß des Bleichens). — Diese Oxydation des Pigmentes wird bewirkt, indem man die leinenen Zeuge, mit schwacher alkalischer Lauge durchdrungen, der Einwirkung der Atmosphäre aussetzt, wo durch Vermittlung der disponirenden Verwandtschaft des gegenwärtigen Alkali der Sauerstoff der Atmosphäre sich langsam und allmälich mit dem Pigmente verbindet. Das hiedurch löslich gewordene Pigment wird sodann mit schwacher Kalilauge weggenommen. Erst nach öfterer Wiederholung dieser Operation ist alles Pigment oxydirt und entfernt, und das Leinenzeug erscheint entfärbt oder gebleicht (Rasenbleiche). Auch ohne Alkali, durch die bloße Einwirkung von Sonnenschein, bei abwechselndem Regen, Thau u. s. w. findet derselbe Erfolg statt, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, wie es an den leinenen Deckeln der Frachtwagen, an Zelten u. dgl. zu sehen ist. — Schneller, als auf die genannte Art, erfolgt die Wirkung des Bleichens mittelst Chlor (Kunst- oder Schnellbleiche), worüber schon in 95. Erwähnung gemacht wurde. Um durch die

nothwendige Wiederholung dieser Operation nicht bedeutenden Schaden für die Haltbarkeit der Zeuge herbeizuführen, wendet man dieses Verfahren in Verbindung mit der Rasenbleiche auf die Art an, daß die auf letzterem Wege halb gebleichten Zeuge mit Chlor (Chlorkalklösung) behandelt werden, wonach jede Spur von Chlor oder Salzsäure durch Waschen mit alkalischer Lauge entfernt werden muß. Auf diese Art soll die Leinwand nicht mehr leiden, als durch die Rasenbleiche, aus der sie immerhin nicht ganz ungeschwächt hervorgeht.

526. Seilerarbeiten. Hanf, auch Werg aus Hanf und Flachs, ist das Materiale der Seilerarbeiter. Der Seiler spinnt nämlich aus Hanf einen Faden, bildet aus mehren derselben entweder den Bindfaden, oder wenn dieses Fabricat noch weiter als Element dienen soll, die Litze; aus mehren Litzen drehet er sodann verschiedenes Strickwerk: Leine, Strang (der nach einem Ende dünner wird), Seil, Tau.

Bei der Uebernahme der Seilerfabricate ist darauf zu sehen, daß das Fabricat die richtige Länge und Stärke habe, womit das geforderte Gewicht bei gehöriger Trockenheit übereinstimmen muß, ferner daß es sich fest anfühle, und nicht leicht aufdrehen lasse, daß der Hanf von der gehörigen Farbe, und nicht von dumpfigem Geruche sei, daß sich nicht Schäben, kurze oder verworrene Fäden darin vorfinden. Es muß ferner untersucht werden, ob in dem Fabricate die vorgeschriebene Anzahl Litzen, als auch in diesen die bestimmte Anzahl Fäden, angewendet wurden, und daß sie gleich stark sind, so wie auch, daß sich keine Füllschnur im Innern befinde. Auch muß man sehen, daß die Litzen und die Fäden in der Litze den richtigen Draht haben, d. i. richtig gedreht worden sind, und daß keine Litze im Seil oder im Taue, und kein Faden in der Litze tiefer liege, als die andern, was von nicht gehöriger Ausgleichung der Litzen oder der Fäden in ihrer Länge vor dem Drehen herkommen könnte, wodurch eine stärkere Drehung und dadurch veranlaßte Schwächung dieses Theiles veranlaßt würde. — Taue und Seile müssen sich fest anfühlen, überall gleich stark und cilindrisch sein, und sich nicht leicht aufdrehen lassen; früher wurden sie getheert, wodurch sie mit der Zeit brüchig werden. In neuerer Zeit hat man dieselben auf verschiedene Weise gegerbt, auch mit einer Auflösung von Kautschuk in Steinkohlentheer getränkt, was günstigen Erfolg hatte. Gegenwärtig werden sie bei der Marine für Anker durch eiserne Taue, Ketten, verdrängt, in Bergwerken durch Drahtseile. Soll ein Seil u. dgl. durch Zerreißen auf seine Stärke probirt werden, so ist es am besten, die Normalbelastung an einem als gut anerkannten früher auszumitteln.

Außer Hanf zu Hanfwichsfäden zum festen Einsetzen der Brandröhren in die Hohlkörper, Werg zum Packen der Patronen in Verschläge und Fässer, braucht man in der Artillerie Bindfaden von verschiedener Stärke zum Binden und Nähen, Leinen zum Schnüren der Leuchtkörper, ferner Stränge, Seile (Schlepp-, Vorzug- und Hebzeugseile) u. s. w., endlich Lunte.

527. **Lunte.** Luntenstricke werden aus gutem, ausgestäubtem, und um eine parallele Lage der Fasern zu erhalten, gehecheltem Hanfwerg in einer Länge von 17½ Klafter (4 Pf. 7 Lth. im Gewichte) angefertigt; die Fäden desselben werden auf die Länge von 20 Klaftern gesponnen, und dann auf die erstgenannte Länge zusammengedreht, aber nicht gestrichen. — Um den ziemlich schwer brennbaren gummigen Ueberzug des Hanfes hinwegzuschaffen, soll man die Lunte in Wasser auskochen oder in einer Auflösung von kohlensaurem Kali (von Holzasche) liegen lassen, wobei man dieser Auflösung gebrannten Kalk zusetzt, damit die Lauge etwas ätzender wird; doch muß eine so behandelte Lunte vor der Beize (S. 379.) gut ausgewaschen werden, weil sie sonst wasseranziehend ist, und schlecht brennt.

Hanf, Flachs und ihre Fabricate verstocken sehr leicht, wenn sie in feuchtem Zustande in größerer Menge über einander liegen. Sie müssen daher trocken und staubfrei in trockene Räume gebracht, und locker in kleinen Haufen aufgehäuft werden, daß die Luft frei hindurch streichen kann; aus dieser Ursache pflegt man sie auch zuweilen umzupacken.

528. **Papier.** Ueberreste und Abfälle von gebrauchten Leinenstoffen (Lumpen, Hadern, Stratzen) sind das gewöhnlichste Materiale zur Fabrication des **Papiers**; dieselben eignen sich unter übrigens gleichen Umständen um so besser zu diesem Zwecke, je mehr ihr Zusammenhang und ihre natürliche Festigkeit durch den früheren Gebrauch und durch Waschen gemindert ist. — Die erste Arbeit, die mit den Hadern vorgenommen wird, ist **Sortirung** nach dem Materiale (leinene, wollene u. s. w.), nach der **Feinheit** (Post-, Concept-, Kanzlei- u. s. w. Hadern) und nach der **Farbe** (weiße, blaue, farbige überhaupt), wobei gröbere Nähte, Knoten, Schnüre, Zwirnfäden, die sich nur unvollkommen verkleinern lassen, davon abgesondert werden. Hierauf werden sie zerschnitten, mit freier Hand, oder auf einem vom Wasser bewegten Lumpenschneider, wobei sie vom Staube und anderer lose anhängender Unreinigkeit befreit werden. Die zerschnittenen Lumpen werden gewaschen, mit Wasser, besser mit alkalischer Lauge, besonders unter Einwirkung von Dampf; hiedurch werden sie sowohl von Schmutz gereiniget, als auch zur weiteren Verkleinerung geschickt gemacht,

zu welchem Zwecke man dieselben früher in hölzernen Bottichen eingeweicht und festgestampft, bis auf einen gewissen Grad der Fäulniß überließ, was man gegenwärtig größtentheils unterläßt.

Die so vorbereiteten Lumpen werden nun unter stetem Darüberlaufen von Wasser in einer Stampf- oder Hammermühle, dem sogenannten Geschirre, gröblich zerstampft und in einen dicken Brei, das sogenannte Halbzeug verwandelt. Diese Arbeit wird gegenwärtig auf dem sogenannten Holländer, holländischem Geschirre, Halbzeugholländer vorgenommen, dessen wesentlicher Theil eine mit einer Art von Messern besetzte Walze ist. Das erhaltene Halbzeug wird sodann gebleicht, wenn nicht schon früher die Lumpen selbst dieser Operation unterworfen wurden, da es nie diejenige Weiße hat, die von dem ganz weißen Papiere verlangt wird, selbst bei Anwendung von weißen Lumpen, während mit Hilfe der Bleiche selbst aus gefärbten Lumpen ein vorzüglich weißes Fabricat erhalten werden kann. Das Bleichen geschieht mit Chlorwasser oder einer Chlorkalkauflösung.

Festigkeit und Dauerhaftigkeit eines Papiers leiden durch die Bleiche nur dann, wenn die Chloreinwirkung unnöthiger Weise zu stark war, oder wenn verabsäumt wird, den anhängenden Rest von Chlor und der gebildeten Salzsäure durch sorgfältiges Auswaschen, allenfalls mit Anwendung einer geringen Menge Alkali gänzlich hinwegzuschaffen. Solches nicht hinlänglich gereinigtes Papier riecht nach Chlor, zerstört die Schwärze der mit Tinte geschriebenen Züge, und wird nach längerem Liegen so mürbe, daß es sich zwischen den Fingern zerreiben läßt.

Zur Umarbeitung des Halbzeuges in Ganzzeug dient ohne Ausnahme der Holländer, Ganzzeugholländer, von fast völlig gleicher Construction, wie der zur Bereitung des Halbzeuges, nur hat der erstere eine größere Geschwindigkeit, und eine größere Anzahl von mit Schneiden versehenen Schienen (obwohl man in manchen Fabriken zur Bereitung des Halb- und Ganzzeuges einen und denselben Holländer gebraucht). Das, in Form eines milchartigen Breies von ganz gleichförmigem Ansehen dargestellte Ganzzeug wird gleich im Holländer mit einer so geringen Menge blauen Farbstoffes versetzt, gebläuet, um durch einen schwachen bläulichen Schimmer einen oft vorhandenen Stich ins Gelbliche unmerklich zu machen, wozu man Smalte (wirkt abstumpfend auf die Schreibfedern), künstliches Ultramarin, Indigo, Pariserblau verwendet.

Das gehörig hergerichtete Ganzzeug wird nun in die Schöpfbütte geleitet, darin durch einen eigenen Mechanismus beständig umgerührt, um es in der ganzen Wassermasse gleichförmig vertheilt zu erhalten, und

mittelst der Formen ausgeschöpft. Eine Form zum Schöpfen der Papierbogen ist ihrer wesentlichen Einrichtung nach ein siebartiges Geflechte oder Gewebe von Messingdraht, über welches ein hölzerner, die Größe des Papierbogens begrenzender Rahmen festgehalten wird; durch die Höhe desselben wird die Menge des geschöpften Zeuges, mithin bei gleicher Dicke dieses letzteren und bei gleicher Manipulation die Dicke des Papieres bestimmt.

Man hat zwei Hauptarten von Papierformen, nämlich die Post- oder gerippten Formen für geringe und mittlere Papiergattungen, und die Velinformen für die feinsten Gattungen. Das Wasser der mit den Formen geschöpften Masse fließt durch die Oeffnungen derselben ab, während die zarte Masse des Ganzzeuges als Papierbogen auf derselben liegen bleibt. Der frische, noch äußerst weiche Papierbogen wird auf einen Filz gebracht, welcher einen Theil der Feuchtigkeit des Papieres einzieht; Papierbogen und Filze werden so abwechselnd über einander gelegt, bis zu einer gewissen Höhe, wonach das Ganze einer gleichmäßigen Pressung unterworfen wird. Die von den Filzen weggenommenen Papierbogen werden ein zweitesmal und selbst mehrmals gepreßt, wonach sie auf Schnüren zum Trocknen, zu mehren über einander, aufgehängt werden. Das getrocknete Papier wird von einander getrennt, dann aufgestapelt, gepreßt u. s. w.

Um auf dem Papiere schreiben zu können, wird es früher geleimt, wodurch sowohl die Poren verstopft werden, als auch das Papier steifer und weniger zerreißbar wird. Nach dem allgemein üblichen Verfahren leimet man das Papier nach dem Trocknen, in der neuern Zeit wohl auch das Ganzzeug in der Bütte. Zum Leimen bedient man sich eines reinlich bereiteten, möglichst farblosen Leimes aus Hammelfüßen oder Pergamentabfällen, den man mit Alaun versetzt, wodurch bewirkt wird, daß er sich nicht so leicht wieder auflöset. Sind die Bogen in größerer Zahl auf einmal durch das lauwarme Leimwasser durchgezogen, so werden sie unter einer Presse mäßig zusammengepreßt, sodann aufgehängt, und vorsichtig getrocknet. Nicht selten besitzt Papier einen unangenehmen Geruch nach Leim, was nur die Folge der Bereitung desselben aus unreinen Materialien oder seines Alters ist.

Das Leimen in der Bütte, wie es insbesondere für das Papier ohne Ende (wie folgt) vorgenommen wird, geschieht mit einer Auflösung von Harz oder Wachs in einer alkalischen Lauge (sogenannte Wachs- oder Harzseife) und Alaun. Durch wechselseitige Zersetzung tritt das Alkali der

Harzseife an die Schwefelsäure des Alauns, welches schwefelsaure Salz durch Wasser vollkommen weggewaschen wird, während sich die Thonerde mit dem Harze oder Wachse in der Papiermasse innigst gemengt abscheidet (als unauflöslich), aus welcher Ursache der Alaun erst zugesetzt wird, wenn das Ganzzeug von der Seifenlösung vollkommen durchdrungen ist. Solches Papier kann nicht mit Berlinerblau oder Indigo gebläuet sein, da ersteres durch Alkali zersetzt wird, letzterer aber selbst durch die zu seiner Auflösung angewendete Schwefelsäure zersetzend auf die Harz- oder Wachsseife wirken und das Wachs ausscheiden würde.

529. Zu den vorzüglichsten Verbesserungen der Papierfabrication der neueren Zeit gehört die Darstellung des Papieres von beliebiger Länge mittelst Maschinen, Maschinenpapier, Papier ohne Ende, genannt. Dieses Papier wird aus dem wie gewöhnlich mittelst Halb- und Ganzholländers dargestellten Papierzeuge mit Hilfe einer eigenen Maschine geschöpft, gepreßt, getrocknet, geglättet und aufgewickelt. Eine derlei Maschine besteht daher, obwohl in vielfacher Abänderung ausgeführt, aus mehren Theilen; diese sind: a. die Zeugbütte nebst jener Vorrichtung, wodurch die flüssige Masse von Knoten gereiniget und durch Bewegung in stets gleichförmiger Mischung erhalten, und der Zufluß nach den Formen regulirt wird; b. die Form, welche entweder ein langes endloses, in sich selbst rückkehrendes Gewebe, welches über parallel horizontale Walzen so gelegt und ausgespannt ist, daß sein oberer Theil eine lange und völlig ebene Horizontalfläche bildet, oder ein mit Drahtsieb überzogener, liegender Cilinder ist; c. der Preßapparat, aus einer Anzahl Walzen bestehend, zwischen welchen das lange, auf der Form durch Aufgießen von Zeug unausgesetzt sich bildende Papierblatt durchgeht, um größtentheils vom Wasser befreit, und zugleich verdichtet zu werden; d. der Apparat zum Trocknen und Glätten, hauptsächlich aus metallenen Walzen, die durch Dampf geheizt werden, bestehend; e. ein Haspel zum Aufwickeln des fertigen Papiers. — Das auf diese Art dargestellte Papier wird entweder in langen zusammengerollten Blättern (die 20, 30, zuweilen 100 und mehr Fuß messen, in den Handel gebracht, oder in Bogen nach den gewöhnlichen Formaten) zerschnitten, dann buch- oder rießweise zusammengelegt und verpackt.

530. Gefärbte Papiere. Papier, welches nicht bloß oberflächlich durch Anstreichen oder auf andere Weise bewirktes Ueberziehen mit Farbe, sondern durch und durch gefärbt ist, kann auf zweierlei Art erhalten werden, entweder durch Anwendung farbiger Lumpen, welche ganz so wie zur Darstellung des weißen Papieres behandelt werden, in welchem Falle die soge-

nannten naturfarbigen Papiere entstehen, oder durch Färbung des aus weißen oder halbweißen Lumpen bereiteten Ganzzeuges im Holländer oder in der Schöpfbütte, im Zeuge gefärbte Papiere. — Kopirpapier, Kalkirpapier, aus gehecheltem Flachse oder schäbefreiem Werg erzeugt, gelblichgrau, dünn, stark durchscheinend und von Natur (ohne Leim) ziemlich steif und dicht. — Oehl- oder Firnißpapier, dünnes weißes nicht zu stark geleimtes Velinpapier, mit Baum-, Nuß-, Mohn- oder Mandelöhl oder mit Leinöhlfirniß bestrichen, oder mit einer Mischung aus rectificirtem Terpentinöhle, canadischem Balsam und fein zerriebenem Bleizucker. — Pauspapier, rothes und schwarzes, ist feines geleimtes Velinpapier, auf einer Seite mit fein gepulvertem und mit ein wenig Talg angemachtem Röthel oder Schwarzkreide überzogen. Zum Gebrauche wird die bestrichene Seite auf weißes Papier gelegt, auf der unbestrichenen die Originalzeichnung ausgebreitet, und die Umrisse durch den Druck mit einer feinen, doch nicht scharfen Spitze abgezogen. — Rostpapier, Nadelpapier, ein Rost verhinderndes Packpapier zum Einschlagen feiner Stahlwaaren, ist ein (blaues, durch Blauholz in der Masse gefärbtes) Papier, welches mit Leim ohne Alaun geleimt wird; derlei Papier wurde auch als Patronenpapier in Vorschlag gebracht, um die Drähte der daran angebrachten Zünder zu bewahren, da durch den Chlorgehalt oder die aus der Zersetzung des Alaunes hervorgehende Schwefelsäure ein Angreifen derselben besorgt werden könnte, wie es auch andere Erfahrungen, z. B. das Anlaufen vergoldeter Knöpfe u. dgl. in mit Chlor gebleichtem Papier bestätigten. Galvanisches Papier. Packpapier, welches mit fein gepulvertem Zinke (in Gummi oder Steinkohlentheeröhl abgerieben) angestrichen ist, zum Verhindern des Rostens von darein gepackten Stahlwaaren. — Wasserdichtes Papier. Jedes gut geleimte Papier ist bis auf einen gewissen Grad wasserdicht, indem es wohl vom Wasser erweicht wird, aber dasselbe nur langsam hindurchdringen läßt. Gänzlich wasserdicht wird es durch Bestreichen mit Oehl, Oehlfirniß, geschmolzenem Wachs, harzigem Firnisse oder Tränken in Thonseife, was auf die Art geschieht, daß in einer heißen Auflösung von gewöhnlicher Seife getränktes Papier in eine Alaunauflösung gebracht wird. Schmirgelpapier, Rostpapier, zum Schmirgeln kleiner Metallarbeiten, zum Abputzen der Rostflecke u. s. w., ist Schreibpapier, auf das, mit Leim überstrichen, Schmirgel gesiebt wird. Eben so gibt es Bimssteinpapier, Sandpapier, Glaspapier u. s. w. — Hydrographisches Papier, ein mit Galläpfeltinctur oder eisenblausaurer Kaliauflösung getränktes Schreibpapier, das nach dem Trocknen mit fein gepulvertem

weißcalcinirtem Eisenvitriole eingerieben ist. Die mit Wasser gemachten Züge erscheinen schwarz oder blau u. s. w.

Hieher gehört auch die Anfertigung der Pappe, Pappendeckel. Diese erhält man durch unmittelbares Schöpfen von Zeug, daß solche dicke Bogen entstehen (geformte oder geschöpfte Pappe), durch Uebereinanderlegen mehrer frischer Papierbogen und Vereinigung derselben durch Pressen (gekautschte Pappe) oder durch Aneinanderkleben zweier oder mehrer Papierbogen mittelst Kleister oder Leim.

Nebst dem Flachse (in den Lumpen aus Leinwand) verwendet man zur Papierfabrication Hanf (alte Stricke, Seile, Taue), woraus sehr festes, nie aber sehr feines Papier erzeugt wird; Baumwolle ebenfalls in Form ganz- oder halbbaumwollener Lumpen, woraus ungleichförmiges Papier, nebst dem Fließpapiere bereitet wird; Werg aus Flachs und Hanf ist, so wie diese Materialien selbst im rohen Zustande zu hart und fest, um sich mit der gehörigen Leichtigkeit in zarte Fasern zertheilen zu lassen, wie es erforderlich ist; nebst dem ist diese Masse mit vielen groben Theilchen (von den vielen Schäben herrührend) gemengt, so daß sie nur zur Bereitung von Packpapier taugt. — In der neueren Zeit hat man auch andere Pflanzentheile, die Faserstoff enthalten, als Stroh u. dgl., ferner selbst thierische Abfälle, wie von Leder, zur Papierfabrication verwendet, wodurch, besonders wenn sie mit dem gewöhnlichen Materiale vermengt werden (als Halbzeug), festes brauchbares Papier hervorgeht.

B. Aus dem Thierreiche.

1. Fette.

531. Das thierische Fett, so wie es unmittelbar von den Thieren erhalten wird, findet sich im Zellgewebe oder in zelligen Membranen eingeschlossen und mit Adern, Nerven, auch mit Blut und andern häutigen Theilen u. s. w. vermengt. Auf mechanischem Wege mittelst eines Messers läßt sich nur der geringste Theil derselben wegschaffen; vollständig davon befreit wird das Fett nur durch Ausschmelzen. Hiezu verfährt man insbesondere bei dem Talge, dem Materiale der Kerzen- und Seifenfabrication, auf die Art, daß man zuerst die Talgmassen zerhackt, oder auch zerstampft, um das das Fett einschließende Zellgewebe so viel als möglich zu zerreißen, sodann die Masse in einem Kessel unter mäßigem Feuer schmilzt, das flüssige Fett abschöpft und durch Siebe laufen läßt, um die zurückbleibenden häutigen Theile (Grieven, 6 bis 9 Proc.) davon zu trennen. Bei diesem Ausschmelzen des rohen Talges entbindet sich ein höchst unangenehm riechender und entzündlicher Dampf in Folge der enthaltenen Fettsäuren und der Producte

der Fäulniß, in welche die häutigen und blutigen Theile bereits übergegangen sind, so wie auch in Folge der anfangenden Zersetzung, welche die Grieven dabei erleiden, Anbrennen der Grieven; um Letzteres zu vermeiden, nimmt man das Ausschmelzen im Dampfbade vor, das nur von außen auf den Kessel einwirken kann; die unmittelbare Berührung mit dem Wasserdampfe oder Zusatz von Wasser wird als nachtheilig angegeben, indem sich aus den häutigen Theilen Gallerte oder Leim bildet, der mit dem Talge sich vermengt und nur schwer zu beseitigen ist. Reiner, weißer und fester wird der Talg, wenn man das Ausschmelzen desselben mit durch Schwefelsäure angesäuertem Wasser vornimmt, oder noch besser, wenn man ihn zum wiederholtenmal mit Wasser einsiedet, und diesem das erstemal etwas Schwefelsäure, das folgendemal etwas Alaun zusetzt; hiedurch soll auch nebstbei der üble Geruch bei dem Schmelzen vermieden werden. Auch Zinkoxyd, schwefelsaures Zinkoxyd, Kalk, Wismuthweiß, 1/4 Proc. Salpetersäure, wird hiezu empfohlen. — Auf ähnliche Art wird auch das Fett anderer Thiere ausgeschmolzen und gereiniget.

Das ausgeschmolzene, gut gereinigte Thierfett ist gewöhnlich weiß oder gelblich, beinahe geruchlos, von mildem Geschmacke, und immer, selbst wenn es ganz starr ist, noch unter dem Siedpunkte des Wassers schmelzbar. Im Uebrigen ist das Verhalten desselben schon im Allgemeinen über die Fette, in 594 angegeben worden. Die thierischen Fette werden, wie die fetten Oehle, an der Atmosphäre mehr oder weniger schnell ranzig, keines derselben ist siccativ.

Unter die starren Fette oder Talgarten gehören: Rindstalg oder das gewöhnliche Unschlitt, aus dem in der Bauchhöhle des Rindes angesammelten Fett ausgeschmolzen, beinahe geschmack- und geruchlos, schmilzt bei 32°, wird als Speisefett, zur Seifen-, dann zur Kerzenfabrication, als Schmiermittel für Maschinen und zu vielen andern Zwecken angewendet. Die Achsschmiere der englischen Artillerie besteht aus gleichen Theilen Talg und der schlechtesten Sorte von Baumöhl, welche zusammengeschmolzen und in Fäßchen verwahrt werden; für heiße Länder wird etwas mehr Talg genommen. — Hammeltalg, wird an der Luft durch Erzeugung einer eigenen Säure (Bocksäure) übelriechend, zur Kerzen- und Seifenfabrication verwendbar. — Markfett, durch Auskochen der Röhrenknochen erhalten. — Wallrath, Spermacet, findet sich mit Wallrathöhl verbunden in dem Schädel des Pottfisches und noch einiger anderer Fische vor. Es wird durch Auspressen von dem Oehle getrennt, und durch Behandlung mit schwacher Kalilösung gereiniget. Zu Kerzenfabrication, Pomaden u. s. w.

Zu den schmierigen Fettarten gehören: Schweinfett, durch Ausschmelzen des gut gewässerten Schmeeres (Fett aus der Bauchhöhle des Schweines) erhalten, ist ganz weiß, schmilzt schon bei 22°, wird leicht ranzig. Es wird gebraucht als Speisefett, in der Seifensiederei, zum Einschmieren des Leders, zu Salben, auch als Schmiere für Wagenachsen. — Kammfett, vom Halse der Pferde, schmilzt bei 25°; es wird zum Einfetten des Leders gebraucht; — ferner Rindschmalz, durch das Schmelzen der Butter erhalten; — Hundsfett u. s. w.

Zu den bei der gewöhnlichen Temperatur flüssigen Fetten gehören: Klauenfett, durch Auskochen von Ochsenfüßen (Klauen) im Wasser erhalten, verdickt sich nur ganz langsam. Es dienet, um die Reibung an Maschinentheilen zu vermindern und als Lederschmiere, wozu es für weißgares mit $\frac{1}{2}$ Unschlitt, für lohgares mit $\frac{1}{20}$ Fischthran versetzt wird. Ist das Leder ganz ausgetrocknet, so dringt das Fett erst dann ein, wenn ersteres früher mit Wasser stark befeuchtet ist. — Thran oder Fischöhl, zu Schmierseife verwendbar.

532. Seifen. Seifen sind Gemenge von fettsauren Salzen. Die gewöhnlich in denselben vorkommenden Fettsäuren sind: Talg-, Margarin- und Oehlsäure, die sich bei diesem Processe bilden (476.), die Basen: Kali oder Natron (mitunter auch beide zugleich), woraus lösliche, Thonerde, Kupferoxyd, Bleioxyd u. s. w., woraus unlösliche Seifen gebildet werden. Die löslichen Seifen sind entweder harte, die an der Luft austrocknen, oder weiche, welche stets schmierig bleiben und daher auch Schmierseifen genannt werden. Erstere haben Natron zur Basis, letztere Kali; öhlsaures Kali wäre die weicheste, talgsaures Natron die härteste Seife.

Von den Kaliseifen kommen im Handel vor: die grüne Seife, welche aus Thran oder trocknenden Oehlen dargestellt wird; eine weiße weiche Seife aus Schweinfett und Kali, macht viel Schaum und dient zum Rasiren; versetzt mit dem ätherischen Oehle der bittern Mandeln gibt sie die Mandelseife; endlich eine grauweiße Sorte von Schmierseife, aus der Oehlsäure dargestellt, welche bei der Fabrication der Stearinsäurekerzen abgepreßt wird; sie findet Anwendung zum Waschen und Walken.

Die Kaliseifen werden bereitet, indem Oehl, Thran, Fett so lange mit Kalilauge gekocht wird, bis sich im Kessel eine gallertartige Masse ausscheidet. Sie sind schmierig, schlüpfrig, zäh, von grünweißer oder grünschwarzer Farbe; rein sind sie geruchlos (gewöhnlich besitzen sie einen unangenehmen Geruch); sie sind im Alkohol und Wasser löslich, doch nicht in Kalilauge, daher sie bei der Bereitung auf der Oberfläche der Lauge eine schwimmende Masse, Seifenleim, darstellen.

Die Natronseifen sind harte Seifen; es kommen zwei Sorten derselben vor, die Oehlseife, auch Venetianer- oder spanische Seife, vorzüglich aus Olivenöhl, und Talgseife, aus Talg und Fett verschiedener Art.

Die Darstellung der Natronseifen ist verschieden, entweder operirt man directe mit Natronlauge (wo die vorgeschrittene Fabrication einen billigen Preis des kohlensauren Natrons gestattet), oder man verseift das Fett mit Kali, Seifenleim, und zersetzt diesen durch Kochsalz, wodurch indirect Natronseife entsteht. — Auch wird Kali- und Natronlauge zugleich angewendet, und dann noch das Aussalzen vorgenommen.

Die Natronseifen sind weiß, fest, im frischen Zustande knetbar, in warmer Luft trocknen sie aus, daß man sie pulvern kann. Sie sind etwas schwerer als Wasser, in Wasser und Alkohol löslich.

Das Reinwaschen der Zeuge gründet sich auf die Eigenschaft der Seife, Fett in größerer Menge aufzunehmen, mit demselben eine im Wasser leicht vertheilbare Emulsion zu bilden, und zugleich auf der Leichtigkeit, mit welcher die Seife ihr Alkali fahren läßt, welches auf die organische Materie wirkt, lösliche oder unlösliche (aber am Zeuge nicht haftende) Verbindungen eingeht, die in die vorhandene Emulsion gehüllt, weggewaschen werden. Kohlensaures Kali wirkt wenig auf den Schmutz der Zeuge, auch verläßt die Kohlensäure das Kali nicht so leicht; ätzendes Kali hingegen taugt nicht, weil die organischen Fasern angegriffen werden, was bei der Seife durch die vorhandene Fettsäure gehindert wird.

533. Kerzen. Das Materiale zu den Kerzen ist (außer Wachs) Talg oder Unschlitt von Rindern oder Schafen, als die härteste unter den thierischen Fettarten, wozu derselbe nach dem Obigen ausgeschmolzen und gehörig gereiniget werden muß. Um härtere Lichte zu verfertigen, als die gewöhnlichen guten Talglichte, versuchte man das Elain von dem Stearin durch Pressen des Talgs entweder für sich, oder nach Vermischung mit Terpentinöhl, abzuscheiden und letzteres allein zu Lichten, die sich trocken, nicht fettig anfühlen, zu verwenden; fester und wachsähnlicher aber ist die Stearinsäure. Um sie darzustellen, wird der Talg mit Kalk verseift, die erhaltene Kalkseife durch Schwefelsäure zersetzt, die ausgeschiedene Elainsäure, Stearinsäure und Margarinsäure (die nur einen verhältnißmäßig geringen Theil in dem verseiften Talge ausmacht) werden sorgfältig mit kochendem Wasser ausgewaschen, die flüssigere Elainsäure vermittelst einer kräftigen Presse ausgepresset, die ausgepreßte Masse aber noch einmal mit Wasser umgeschmolzen. Auf diese Art erhält man eine feste, beinahe geruchlose, perlenmutterglänzende, klingende Masse, die erst bei 50° schmilzt, woraus sodann die Stearinsäurekerzen, häufig auch Stearinkerzen genannt, verfertigt werden.

Von den im Wasser unlöslichen Seifen wurde Kalkseife gerade erwähnt. Thonerdseife ist ein Mittel, Papier, Leinwand u. s. w. wasserdicht zu machen (siehe wasserdichtes Papier); Bleiseife, nach der Consistenz auch Bleisalbe oder Bleipflaster genannt, ist die Grundlage der meisten Pflaster, findet sich auch in geringer Menge im Oehlfirnisse, der mittelst Bleioxyd dargestellt wurde. Eine Auflösung von Kupferseife in Firniß gibt eine grüne, von Eisenseife eine braune Farbe u. s. w.

2. Eiweißstoff.

534. Eiweißstoff kommt in den Eiern, im Blutwasser und verschiedenen andern thierischen Flüssigkeiten vor.

Das flüssige Eiweiß aus den Eiern, welches nebst dem Eiweißstoffe auch Natron und Schwefel enthält, ist klebrig, löst sich im kalten Wasser und schäumt beim Schütteln; bei einer 50° nicht übersteigenden Hitze wird es von Wasser (wovon es 0.80 enthält) befreit, und stellt eine durchsichtige, glänzende, etwas spröde Masse dar, die sich wie vor im kalten Wasser löset. Sowohl für sich, als auch in Verbindung mit wenig Wasser bis über 50° erhitzt, gerinnt das Eiweiß als eine weiße und undurchsichtige, emailartige Masse, bei einer größeren Menge des Wassers aber in Form von Flocken. Auch durch Alkohol und Gerbstoff, so wie durch Alaun wird das Eiweiß zum Gerinnen gebracht. Geronnenes Eiweiß kommt mit dem thierischen Faserstoffe beinahe ganz überein; es enthält noch Wasser, von welchem befreit, es eine spröde hornartige Masse bildet, welche im kochenden Wasser bloß aufquillt, ohne sich zu lösen, im kalten aber unverändert bleibt. — Eiweiß geht sehr leicht in Fäulniß über; doch der Inhalt der Eier bei einer 50° nicht erreichenden Temperatur getrocknet, läßt sich Jahre lang ohne Veränderung aufbewahren. Taucht man frische Eier auf wenig Augenblicke in siedend heißes Wasser, oder in geschmolzenes Fett, Wachs, so bildet sich an der innern Wand der Schale ein luftdichter Ueberzug von geronnenem Eiweiß, wodurch sie eben so, wie durch einen Firniß von außen, oder durch Einlegen in Kalkmilch (in Folge der Bildung von kohlensaurem Kalke) vor dem Verderben geschützt werden.

Nebst dem, daß die Eier mehrer Vögel in der Kochkunst angewendet werden, braucht man das Eiweiß, wegen der Eigenschaft in der Wärme zu gerinnen, zum Klären, z. B. in Zuckersiedereien, wozu das Eiweiß mit einem Theile der Flüssigkeit gequirlt und dann in die kochende Flüssigkeit gegossen wird; das gerinnende Eiweiß reißt die in der Flüssigkeit schwebenden Theile mit sich nieder, wodurch eben das Klären bewirkt wird. Das Eiweiß dient auch zum Klären des Weines, seines Verhaltens wegen zum

Alkohol und Gerbstoffe, mit Kalk gemengt zu einem Kitt, der schnell erhärtet (für Gasentwicklungsapparate gut brauchbar); für Gemälde gibt es einen glänzenden Ueberzug, der sehr leicht mit lauem Wasser weggewaschen werden kann. Auf dem Gerinnen des Eiweißes durch Alaun beruhet die Zusammensetzung des Deckelanstriches für Munitions- u. dgl. Fuhrwerke (482.). Eiweiß ist endlich auch als Antidot gegen Vergiftung durch Sublimat vorgeschlagen worden, mit welchem es einen unlöslichen Niederschlag gibt.

3. Hornsubstanz.

535. Dem geronnenen Eiweiß sehr ähnlich verhält sich in chemischer Hinsicht die Hornsubstanz; sie erscheint mit geringen Beimischungen in verschiedenen Modificationen, nämlich als: Oberhaut (Epidermis) und in Folge von deren Verhärtung als: Nägel, Klauen, Hufe, Hörner, Schuppen, Haare, Wolle, Seide, Borsten, Federn.

Das Horn ist an dünnen Stellen durchscheinend, verschieden gefärbt, sehr elastisch, läßt sich schneiden, feilen, raspeln, aber nicht pulvern, ist geschmack- und geruchlos, im Wasser unlöslich; es quillt jedoch im kochenden Wasser auf und erweicht sich, so daß es bequem gebogen und gepreßt werden kann. Horn läßt sich gleichsam zusammenschweißen, indem man die zu verbindenden Stellen schräg an einander stößt und mit heißen Zangen preßt. Auf ähnliche Weise können Drehspäne von Schildpat unter heißem Wasser in Formen zu einer gleichförmigen Masse gebracht werden. Von kaustischem Kali und Natron wird es unter Ammoniakentwicklung zu einer seifenartigen Verbindung aufgelöst; Ammoniak ist ohne Wirkung auf dasselbe. — In höherer Temperatur schmilzt es, bläht sich auf und verbrennt.

Die Haare der Thiere, die nach verschiedener Länge, Dicke, Richtung u. s. w. Haare, Borsten, Wolle genannt werden, sind hohle Cilinder von Hornsubstanz, mit verschieden gefärbtem Oehle gefüllt, welches die Farbe derselben bedingt. Im Wasser sind sie mit Hilfe des Papinischen Digestors unter Entbindung von Schwefelwasserstoffgas auflöslich; durch Kalilauge werden sie in eine seifenartige Substanz aufgelöst (worauf auch die Wirkung des Rhusma beruht). Chlorgas zerstört die Haare, jedoch sehr vorsichtig und nur in sehr geringer Menge angewendet, kann es zur Desinficirung von Pelzwerk gebraucht werden. — Haare bleiben an der Atmosphäre unverändert, und widerstehen der Fäulniß am längsten. Der Gehalt an Schwefel in den Haaren ist die Ursache, daß sie durch Salze des Silbers, Bleies, Quecksilbers, schwarz gefärbt wer-

den können. — **Wolle, Seide, Federn**, besitzen dieselben Eigenschaften in chemischer Beziehung, und eben so reihen sich **Krallen, Klauen, Hufe, Hörner** an.

Von den genannten Stoffen finden Anwendung zum Artilleriegebrauche: Horn zu Anfertigung von Laternen, in denen Hornscheiben statt Glases eingesetzt sind, zu nächtlichen Arbeiten in den Batterien; Kühhaare als sogenannte Spiegel in den Patronen, zwischen dem Pulver und der Kugel u. dgl.; ferner aus Schafwolle dargestellter Zeug zu den Säcken der Feldgeschützpatronen, da die aus demselben hervorgehende Kohle dem Glimmen wenig unterworfen ist; die Eigenschaften desselben sind in den Vorschriften des Artillerielaboratoriums enthalten. Aus Abfällen der Seidengaletten dicht gewebte Stoffe, stehen ohne Anstrich, Versuchen zu Folge, den zeugenen gekleisterten nur darin nach, daß sie etwas dehnbar sind; sie sind bei übrigens gleichen Preisen nur in den südlichen Ländern zu haben. — Klauen endlich dienen zur oberflächlichen Verstählung des Stabeisens.

4. Knochen.

536. Die **Knochen** bilden das Skelet oder Gerüst des Körpers der vollkommeneren Thiere. Sie sind von außen von fester, im Innern von schwammiger Textur (Knochenzellgewebe, das bei Röhrenknochen mit Markfett gefüllt ist); überdieß sind sie mit einer Haut überzogen.

Die von allem Fett und der Knochenhaut befreiten Knochen bestehen aus einem unorganischen Theile, der **Knochenerde** (vorzüglich aus phosphorsaurem, kohlensaurem und flußsaurem Kalke) und aus der **Knorpelsubstanz**. Werden die Knochen mit heißem Wasser behandelt, so schmilzt nur das Fett aus, die Knorpelsubstanz hingegen wird erst nach langem Kochen oder unter Beihilfe einer größern Spannung und der damit verbundenen höheren Temperatur (im Papinischen Digestor) ausgezogen, und in Gallerte verwandelt; auch durch Behandlung mit stark verdünnter Salzsäure, welche auf die, die oben genannte Knochenerde ausmachenden Salze lösend wirkt, wird die Knochensubstanz ausgeschieden. Einer höhern Temperatur ausgesetzt, liefern die Knochen **Beinasche** oder **Knochenkohle**, je nachdem die atmosphärische Luft Zutritt hat oder nicht. (Siehe trockene Destillation der thierischen Körper.)

5. Blut. — Thierfaserstoff.

537. Das **Blut**, die bekannte rothe Flüssigkeit, welche den Kreislauf in dem Adersysteme der Thiere macht, ist heller an Farbe in den

Arterien, dunkler in den Venen. Frisch aus den Adern gelassenes Blut stockt leicht oder gerinnt, indem sich ein starrer Blutkuchen aus einer schwach gelbgrünen, Eiweiß enthaltenden Flüssigkeit, Blutwasser, ausscheidet. Das Gerinnen des Blutes kann, wie das des Eiweißes, durch eine dem Siedpunkte des Wassers nahe kommende Erhitzung, so wie auch durch Säuren, durch einige Salze, und durch Alkohol befördert werden. Der Blutkuchen ist braunroth; seine wichtigsten Bestandtheile sind: Faserstoff und Blutroth. — Die Anwendung des Blutes ist zum Klären der Flüssigkeiten (es kann für den Transport bei gelinder Wärme eingetrocknet werden, ohne an Wirksamkeit zu verlieren), ferner zu Kitt, zur Darstellung von eisenblausaurem Kali, zur Gewinnung der thierischen Kohle, dem bekannten sehr wirksamen Entfärbungsmittel.

538. Wenn das aus den Adern fließende Blut bis zum gänzlichen Erkalten gequirlet wird, so kann sich kein Blutkuchen bilden, sondern es scheidet sich eine beträchtliche Menge langer Fasern aus, die mit Wasser leicht weiß gewaschen werden können und den thierischen Faserstoff darstellen, während der Farbstoff, das Blutroth, mit dem flüssig gebliebenen Theile hinweggewaschen wird.

Die reine Thierfaser kommt in ihren Eigenschaften beinahe ganz mit dem geronnenen Eiweiße überein. Sie ist geschmack- und geruchlos, in kaltem und heißem Wasser unlöslich, im frischen feuchten Zustande weiß und elastisch, nach völligem Trocknen (wobei sie 0.80 ihres Gewichtes Wasser verliert) bräunlich und spröde. Legt man dieselbe in diesem Zustande ins Wasser, so erhält sie wieder ihr voriges Ansehen. Wird die Faser längere Zeit gekocht, so enthält das Wasser eine Thiersubstanz aufgelöst; es scheint ein Theil der Faser in eine von der Gallerte etwas verschiedene Verbindung verwandelt worden zu sein und der übrige Theil ist zusammengeschrumpft. Durch abwechselndes Kochen mit Wasser und Aussetzen an die Atmosphäre wird endlich die ganze Faser in eine gallertartige Substanz verwandelt, die sich im Wasser löset, während nur wenig einer käseähnlichen Masse zurückbleibt. — Durch Digestion mit verdünnter Salpetersäure wird sie unter Ausscheidung von reinem Stickgas zersetzt. Durch vorsichtiges Erwärmen wird die Thierfaser hart und schrumpft wie Pergament zusammen. — Im feuchten Zustande geht sie in Fäulniß über.

6. Muskeln.

539. Die Muskeln, im gewöhnlichen Leben Fleisch genannt, sind Gebilde aus Faserstoff und Zellgewebe, eine in thierischen Körpern

viel verbreitete Materie, welche die einzelnen Gebilde umschließt, und eine Ausfüllung der etwaigen Zwischenräume bedingt; sie sind durchwebt von Nerven und Gefäßen, und gefärbt von dem Blute. Sie enthalten extractartige Substanzen, Osmazom und Zomidin, welche den Geruch und Geschmack des Fleisches und der Fleischbrühe bedingen. Wird Fleisch in kaltes Wasser gegeben und allmälich erhitzt, so zieht dieses den extrahirbaren Theil desselben, das Osmazom und das Eiweiß des Blutes aus, und verwandelt dann das Zellgewebe in Gallerte. Die entstandene Fleischbrühe enthält nebst den genannten Stoffen auch das ausgeschmolzene Fett und die Faser bleibt zurück. Gibt man das Fleisch in heißes Wasser, so gerinnt das Eiweiß zu früh, und hindert durch den rindenartigen Ueberzug, den es bildet, das Eindringen des Wassers, wodurch das Fleisch zwar gargekocht, aber die Brühe nur wenig Gallerte und Osmazom enthält. Stark ausgekochtes Fleisch hat so viel an nährenden Bestandtheilen verloren, als die Brühe davon aufgenommen hat. Durch längeres Kochen erleidet aber auch der Faserstoff eine Veränderung; es bildet sich aus ihm eine eigene lösliche Substanz, und die veränderte Faser schrumpft zusammen; in diesem Zustande ist das Fleisch nicht mehr eine nährende Substanz. — Gebratenes Fleisch ist ein in seinem eigenen Saft gargekochtes Fleisch. Da hiebei die durch Kochen ausziehbaren Substanzen in demselben zurückbleiben, so ist es auch schmack- und nahrhafter, als gekochtes; durch zu langes Braten wird jedoch die Oberfläche ausgetrocknet und gebräunt.

540. **Gallerte.** Gallerte kommt nicht gebildet in dem thierischen Körper vor, sondern erzeugt sich erst durch Kochen sehr verschiedener Theile mit Wasser. Werden nämlich frische Häute, Sehnen, Bänder, Knorpel, Klauen, Hörner, fleischige Theile u. dgl. mit Wasser gekocht, so wird dasselbe schleimig und klebrig, und gerinnt beim Erkalten zu einer zitternden Masse, welche man Gallerte nennet; wird sodann das Wasser bei mäßiger Hitze verdampft, so bleibt eine feste zähe Substanz zurück, die unter dem Namen Leim bekannt ist.

541. Die Gallerte, wenn sie aus dem Fleische der gewöhnlichen Schlachtthiere bereitet wird, ist eines der vorzüglichsten Nahrungsmittel; sie ist nämlich der Hauptbestandtheil der gewöhnlichen Fleischbrühen, der durch Verjagung des Wassers daraus dargestellten Suppen- oder Bouillontafeln, so wie der Sulzen (Geleen) u. s. w. — In größerer Menge und wohlfeiler läßt sich die Gallerte als Nahrungsmittel aus den von den Schlachtthieren abfallenden frischen Knochen darstellen. Zu diesem Zwecke werden die zwischen gerifften Walzen zerkleinerten Knochen der Einwirkung

des kochenden Wassers oder der Wasserdämpfe unter einer höheren Spannung ausgesetzt. — Eine andere Methode, Gallerte zu diesem Zwecke darzustellen, ist die Behandlung der Knochen mit Salzsäure; auf diese Art werden die erdigen Theile, Knochenerde, ausgezogen und es bleibt die Knochenknorpel zurück, welche mit Wasser gut ausgewaschen, entweder gleich auf die vorbenannte Weise in Gallerte umgewandelt oder bei 40° getrocknet und bis zum Gebrauche aufbewahrt wird. Diese Knochengallerte wird entweder zur Bereitung von Brühen oder als Zusatz für andere Speisen verwendet, wie es in Spitälern, Armenhäusern u. s. w. geschieht, oder sie wird eingedickt und getrocknet zu demselben Gebrauche, z. B. für Schiffsprovision, aufbewahrt. Uebrigens hat die Brühe der aus Knochen dargestellten Gallerte nicht den Geruch und den Geschmack der Fleischbrühe, da derselben die extractartigen Substanzen des Fleisches fehlen; man ersetzt diese zum Theil, wenn man ihr eine gewisse Menge von Fleischbrühe zusetzt; auch bereitet man ein wohlfeiles und nahrhaftes Gericht dadurch, daß man die Gallertauflösung mit Gewürz, Zwiebel, so wie auch mit Rüben, Kohl u. dgl. kocht.

542. **Leim.** Die durch Verdampfung des Wassers in den Zustand einer festen zähen Substanz übergegangene Gallerte ist der Leim, das bekannte Bindemittel für Papier, Leder u. dgl., vorzüglich für Tischlerarbeiten, daher auch der Name Tischlerleim. Zur Darstellung des Leims können alle thierische Stoffe, wie sie oben genannt wurden, so wie deren Abfälle, z. B. die Fuß-, Kopf- und Schwanzstücke der Thierhäute, die Ohren, Pergament- und Lederabfälle, Gedärme u. s. w. verwendet werden. Diese Substanzen werden mit Wasser gekocht, der Schaum, dessen Bildung durch Zusatz von Alaun oder Kalk befördert wird, fleißig abgenommen, und die Flüssigkeit, wenn eine herausgenommene Probe schnell erstarrt, durch Stroh oder ein wollenes Tuch filtrirt. Die während eines sehr langsamen Abkühlens klar gewordene Flüssigkeit gießt man in hölzerne Kasten, und zerschneidet sodann den in diesen Formen erstarrten Leim mittelst eines Drahtes in dünne Blätter, welche auf ein mit einem Netze aus Bindfaden versehenes Gerüst zum Trocknen an die Luft gelegt werden.

Leim kann auch aus Knochen dargestellt werden; hiezu verwendet man die Knochen verschiedener Thiere, welche von Drechslern nicht benützt werden, Abgänge von Röhrenknochen, Hornkerne, d. i. die die Hörner von Rindvieh ausfüllenden Knochen. Die beste Methode, die Knochen auf Leim zu benützen, ist die Behandlung derselben mit Salzsäure,

wie es im Vorigen für die Darstellung der Gallerte angegeben wurde. Die Anwendung des Wassers oder des Wasserdampfes bewirkt durch die höhere Temperatur, die durch längere Zeit hiezu nothwendig ist, daß der Leim schon einigermaßen eine Veränderung erleidet und an seiner bindenden Kraft verliert.

Ein guter Tischlerleim ist gleichförmig hellgelb oder braungelb, glänzend, durchscheinend, und ohne dunkle oder schwarze Flecken, er zerspringt beim Brechen wie Glas mit muschlichtem Bruche. Im kalten Wasser darf der Leim selbst nach einem 2 bis 3tägigen Einweichen nur anschwellen, aber nicht zergehen; beim Trocknen muß er mit dem vorigen Volum auch seine vorigen Eigenschaften wieder erlangen; bei 30 bis 40° wird der aufgeweichte Leim flüssig. Leim hat einen faden Geschmack, gewöhnlich einen mehr oder minder beträchtlichen, eben nicht angenehmen Geruch, bedingt durch das Materiale, aus dem er bereitet wurde; in reinem Zustande ist er geruchlos. Leim ist im geringen Grade hygroskopisch; im trockenen Zustande läßt sich derselbe aufbewahren, in feuchtem oder aufgelöstem aber fault er, wobei sich Anfangs Essigsäure bildet. — Leim (Gallerte) wird aus seiner Auflösung durch Gerbsäure gefällt; der Niederschlag (gerbsaure Gallerte), auch Ledersubstanz genannt, bildet eine spröde, der Fäulniß widerstehende Substanz. — Durch anhaltendes Kochen verliert der Leim seine Gerinnbarkeit, aber auch an bindender Kraft, wie schon oben bemerkt wurde.

Der Leim findet vielfache Anwendung zum Leimen von Holz, wozu er am besten im Wasserbade erhitzt werden sollte, zum Leimen von Papier, zu Wasserfarben u. s. w. Leim kann ohne Gefahr der Zersetzung längere Zeit flüssig aufbewahrt werden, wenn man denselben in wenig Wasser auflöst, ein gleiches Volum Weinessig und ¼ des Volums Weingeist zusetzt. Die Säure erhält ihn beim Erkalten flüssig und vermindert mit dem Alkohol die Neigung zur Fäulniß, allein zum Gebrauche muß er erwärmt werden, da er kalt wenig bindet.

Mundleim wird aus dem besten, am wenigsten riechenden Leime, unter einem Zusatz von Zucker (auch einigen Tropfen eines wohlriechenden Oehles) dargestellt. — Hausenblase ist der getrocknete innere Theil der Schleimhaut, der Schwimmblase einiger Fische, vorzüglich des Hausen, Störs u. s. w. Sie kommt in Gestalt von Blättern oder hufeisenförmig gebogenen Stücken u. dgl. vor, ist löslich im Wasser, selbst im verdünnten Weingeist. Hausenblase ist reine Gallerte, und dient zum Klären des Weines und anderer Flüssigkeiten, zur Bereitung von Geleen u. s. w.

7. Haut.

543. Die thierische Haut besteht aus 3 verschieden über einander liegenden Schichten oder Geweben, der Oberhaut, Epidermis, der Netz- oder Schleimhaut, und der eigentlichen oder Lederhaut. Die Epidermis ist ein dünnes, mit einer Menge kleiner Löcher versehenes Häutchen, durch welches die Haare, deren Wurzeln tiefer liegen, hindurch gehen, und die Ausdünstung, der Schweiß hervordringt. Sie ist der Zerstörung durch Fäulniß wenig unterworfen, im Wasser, Alkohol, Oehlen, verdünnten Säuren unlöslich, wird von ätzenden Alkalien, selbst von sehr verdünnten (als Kalkwasser) zu einer Art von Seife aufgelöst, von concentrirten Säuren, besonders von Schwefelsäure angegriffen; Salpetersäure färbt sie dauernd gelb, so daß die Färbung erst mit Abnützung der Haut verschwindet. Durch Maceriren im Wasser, besonders im heißen, wird sie von der Schleimhaut getrennt. Mit dem Gerbstoff geht sie nicht in Verbindung.

Unmittelbar unter der Oberhaut liegt die Netz- oder Schleimhaut, ein dünnes, mit einem schleimigen Ueberzuge bedecktes Gewebe, der Sitz des Tastsinnes, und das Absonderungsorgan der Ausdünstungen. Diese Schichte bildet mit ihrem netzförmigen Gefüge die sogenannte Narbe der von den Haaren entblößten Haut. Die eigentliche oder Lederhaut, ist ein dichtes Gewebe von Fasern, welche sich nach allen Richtungen durchkreuzen, und zwischen sich Oeffnungen lassen, die mit Zellgewebe gefüllt sind, mit welchen auch die, die Haut bildenden Fasern im Allgemeinen analog sind.

Nebst dem enthält die Haut Wasser, eine durch Wasser ausziehbare Materie, etwas Eiweiß, und eine sehr geringe Menge einer in Alkohol löslichen Substanz, so daß die frische eigentliche Haut nur ein Drittel eigentliches Gewebe enthält. Bei gewöhnlicher Temperatur schwillt die Lederhaut im Wasser auf, ist jedoch unauflöslich; längere Zeit damit gekocht, wird sie schleimig und endlich zu Gallerte aufgelöst, was bei Häuten von verschiedenen Thieren mit verschiedener Schnelligkeit erfolgt.

Alkohol und ätherische Oehle sind ohne Wirkung auf die Haut, verdünnte Säuren hingegen und Alkalien wirken zersetzend, indem sie dieselbe nach und nach in Leim verwandeln, oder doch diese Umwandlung durch Wasser so erleichtern, daß sie bei der gewöhnlichen Temperatur erfolgt.

Die Fasern der Haut sind zwar nicht so leicht der Zerstörung durch Fäulniß unterworfen, als die Muskelfasern des Fleisches; im feuchten Zu-

stande jedoch (besonders wenn jene Flüssigkeiten durch Auswaschen nicht abgesondert sind, und mehre derselben, in warmer Luft über einander gelegt werden) tritt die faulige Gährung ein, wodurch, wenn sie zu weit schreitet, die Häute zur Umwandlung in gutes Leder untauglich werden, indem die Faser ihre natürliche Beschaffenheit verloren hat.

544. Auflösungen von Gerbsäure, eben so Auflösungen von Eisenvitriol, Alaun und Kochsalz, Quecksilbersublimat, bewirken, daß die Häute, in Folge der aufgenommenen Substanzen auch im feuchten Zustande nicht mehr der Fäulniß unterliegen; die damit behandelten Häute erlangen zugleich die Fähigkeit, dem Eindringen des Wassers mehr zu widerstehen und verbinden mit einer größeren Festigkeit die für den verschiedenen Gebrauch nothwendige Geschmeidigkeit. In diesem Zustande heißen die Häute Leder; die Darstellung desselben ist der Gegenstand der Gerberei.

Man unterscheidet verschiedene Methoden der Gerberei, als: a. mittelst Gerbsäure, Lohgerberei; b. mittelst Alaun und Kochsalz, Weißgerberei; c. mittelst Fettsäure, Sämischgerberei.

545. Lohgerberei. Die zum Gerben nach dieser Methode bestimmten Häute sind die der Ochsen, Kühe, Pferde, Kälber, Schafe, Böcke. Als Gerbmateriale kann jede an Gerbstoff reiche, vegetabilische Substanz genommen werden, welche wohlfeil genug beigeschafft werden kann. Man wählt hiezu vorzüglich die Knoppern oder die Rinde der Eichen, Tannen, Fichten, Birken, Weiden u. s. w. (Rinde junger Stämme von 10 bis 20 Jahren ist vorzüglicher, als die der älteren Bäume.) Erstere werden auf Mühlen zu feinem Pulver, Knoppernmehl, vermahlen, letztere, die Rinden, in eigenen Stampfmühlen bis zu demselben Grade von Feinheit verkleinert, Eichenlohe, Fichtenlohe u. s. w. Die Umwandlung der thierischen Haut in Leder besteht in einer Verbindung der Hautfasern mit der Gerbsäure, (Gerbstoff), die jedoch nicht als gerbsaure Gallerte anzusehen ist, d. i. als jener Niederschlag, welcher durch Gerbstoff in einer Leim- oder Gallertlösung entsteht, die sogenannte Ledersubstanz (542.), indem dieselbe weder eine Aehnlichkeit mit dem Leder hat, noch in der gehörig vorbereiteten Thierhaut Gallerte vorfindig ist. Bei wirklich vorfindiger Gallerte, wie sie nur in Folge von zu heißer Behandlung, oder einer verfehlten Anwendung von Alkalien oder Säuren entstehen könnte, würde wegen Beschaffenheit dieses trockenen Gerbstoffleimes, der sich dann zwischen den noch gut erhaltenen Fasern wie ein fremder Körper einlegt, nur ein sprödes und brüchiges Leder (gewöhnlich mit verbrannt bezeichnet) erhalten werden können.

Die Loh- oder Rothgerberei zerfällt in das Vorbereiten der zu gerbenden Häute, und in das eigentliche Gerben. Die Vorbereitungsarbeiten bestehen in der Reinigung oder dem Waschen, in dem Enthaaren, und in dem Schwellen. — Die rohen Häute werden zuerst so lange in Wasser, am besten in fließendes, gehängt, bis sie ganz erweicht sind, dann wird ihre Fleischseite auf dem Schabebaum mit dem Schabmesser gestrichen, um das aufgeweichte Fleisch, Fett und andere Unreinigkeiten wegzuschaffen, und die Haut durch diese Arbeit zu erweichen, daher dieselbe nach Erforderniß öfter wiederholt wird. — Bei dem Abhaaren sucht man nicht allein die Haare, deren Wurzeln in dem an der innern oder Fleischseite liegenden Zellgewebe befestiget sind, sondern auch die für Wasser, und für die zum Gerben verwendete Flüssigkeit undurchdringliche Epidermis zu entfernen. Dieses geschieht, indem man die gereinigten Häute unter öfterem Umlegen so lange in dem Kalkäscher (einer mit Kalkmilch gefüllten Grube) liegen läßt, bis die Haare leicht abgelöst werden können, worauf sie herausgenommen, gewaschen und durch Schaben mit einem stumpfen Messer von den Haaren und der Epidermis befreit werden. Man kann auch ohne Kalk, durch das sogenannte Schwitzen, enthaaren, wobei die erweichten Häute in eigenen Schwitzkammern so aufgeschichtet werden, daß immer die Fleischseiten zweier Häute sich berühren. Durch die bald eintretende Gährung, welche von den früher mit Salz eingeriebenen oder mit Holzsäure bestrichenen Fleischseiten abgehalten wird, wird das Zellen- und Fasergewebe aufgelockert, daß die Haare und das Oberhäutchen leicht weggeschafft werden können; auch durch eine Behandlung der Häute in einer Sauerbrühe können dieselben zum Enthaaren geschickt gemacht werden.

Die folgende Operation, die mit den enthaarten Häuten (nun Blößen genannt) nach dem Auswaschen derselben vorgenommen wird, ist die des Schwellens, was insbesondere für diejenigen Häute, welche im Kalkäscher behandelt worden sind, nothwendig ist. Hiedurch wird der, von der früheren Operation noch zurückgebliebene Kalk aufgelöst (die gebildete Kalkseife zerlegt, und das Fett ausgeschieden); gleichzeitig wird, indem die Haut aufschwillt, das Faserngewebe der Haut aufgelockert, und hiedurch das Eindringen der Gerbsäure erleichtert.

Zu diesem Ende hängt man die Häute, je nach der Dicke und der Art des Gerbprocesses, 10 bis 14 und noch mehr Tage, in die sogenannte Schwellbeize, ein Sauerwasser, das aus Gerstenschrot oder Weizenkleien und aus Sauerteig bereitet ist; statt dieses Sauerwassers kann auch sauer gewordene Lohbrühe genommen werden, wozu man schon gebrauchte

Lohe mit Wasser übergießt. Die in diesen Flüssigkeiten enthaltene Essigsäure kann durch Schwefelsäure, welche mit der 1000 bis 1200fachen Menge Wasser verdünnt, hiezu empfohlen wurde, nicht ersetzt werden, da letztere mit dem zurückgebliebenen Kalke Gips bildet, der nicht vollständig weggeschafft werden kann und der Faser die Elasticität benimmt. — Die gehörig geschwellten Häute kommen nun in eine schwache Brühe aus frischer Lohe, die sogenannte Farbe, womit der Gerbproceß selbst seinen Anfang nimmt.

546. Um nun die auf die erwähnte Weise vorbereiteten Häute zu gerben, werden sie in mittelst eichenen Bohlen wasserdicht ausgefütterten Gruben, mit dazwischen gebrachten Lagen von gepulverter Lohe gelegt, versetzt, und oben mit einer dicken Lage von gebrauchter Lohe überschüttet, mit Brettern überdeckt und mit Steinen beschwert; auf das Ganze wird so viel Wasser aufgepumpt oder gegossen, daß nach geschehener Einsaugung auch die oberste Haut noch davon bedeckt ist. Nach mehren Wochen (8 bis 10 bei Eichenlohe, 4 bei Knoppernlohe) werden die Häute aus der Grube genommen, und nachdem die alte erschöpfte Lohe davon abgeklopft ist, neuerdings in der Grube mit abwechselnden Schichten von frischer Lohe (zweiter Satz) so eingelegt, daß die früher zu unterst gelegenen Häute nun obenauf kommen, und so umgekehrt. In diesem zweiten Satze, worauf man statt Wassers mit Vortheil auch Lohextract aufgießt, bleiben die Häute 3 bis 4 Monate. Auf gleiche Weise erhalten sie noch einen dritten Satz frischer Lohe, in etwas geringerer Quantität, dessen Einwirkung sie auch nicht unter vier Monate ausgesetzt bleiben. Bei sehr starken Ochsenhäuten (Wildhäuten) begnügt man sich selbst hiemit noch nicht, sondern gibt auch noch einen vierten Satz. Die das letztemal aus der Grube genommenen, lohgar gemachten Häute werden durch Klopfen und Bürsten gereiniget, auf Stangen gehängt und an einem luftigen Ort langsam getrocknet. Vor dem gänzlichen Trocknen werden sie durch Klopfen, Pressen oder auch zwischen Walzen geebnet. — Daß das Leder gar, lohgar geworden, d. i. ganz durchgegerbt sei, erkennt man an der Schnittfläche desselben, die gleichförmig und zart marmorirt erscheinen muß, und keinen lichten speckigen Streif in der Mitte zeigen darf, der sich auffasern läßt; Sohlenleder darf endlich nicht narbenbrüchig sein, d. i. beim langsamen Biegen darf die Narbe nicht platzen oder brechen.

Während ein zu langes Verweilen der Häute im ersten Satze nachtheilig werden kann, indem die Essigsäure, welche in der von Gerbstoff größtentheils

erschöpften Flüssigkeit sich bildet, auf die bereits theilweise bewirkte Verbindung der Faser mit dem Gerbstoffe zersetzend einwirkt, ist ein solches längeres Verweilen in dem letzten Satze von keinem Nachtheil, vielmehr vortheilhaft; denn da in dieser Periode die schon in allen Fasern mit Gerbstoff verbundene Haut eine weitere Menge des letztern nur langsam aufnimmt, so wird die Lohe bei diesem letzten Satze, selbst wenn es ihr nicht an Feuchtigkeit fehlt, niemals vollkommen erschöpft.

Während die Häute in den Sätzen liegen, müssen sie gehörig bedeckt gehalten werden, um den Zutritt der Luft nach Thunlichkeit abzuhalten, weil sonst der Gerbstoff unauflöslichen Extractivstoff absetzt, der von keiner Wirkung mehr ist, vielmehr die saure Gährung befördert.

Die vorangeführte Behandlungsweise gilt für Sohlenleder aus starken Rindshäuten, die durch 12 bis 15 Monate, (die stärksten Wildhäute bis 18 Monate) in der Grube bleiben. Für dünnere Häute, wie schwache Ochsenhäute zu leichtem Sohlenleder, für Häute von Kühen, Rindern, Kälbern, wenn sie in der Grube behandelt werden, ist eine Zeit von 2 bis 6 Monaten erforderlich; die Verfahrungsweise ist dieselbe, wie die vorher für die schweren Häute beschriebene. Man gibt ihnen vor dem Einsetzen die Schwellbeize mit Sauerbrühe und etwas Lohe (die sogenannte Erdfarbe) in der sie gut durchgearbeitet werden, und setzt sie in die Grube auf dieselbe Art ein, in drei Sätzen, nur je nach der Dünne der Häute, in verhältnißmäßig abgekürzten Zeiträumen.

Das aus Küh- und leichten Rindshäuten bereitete Leder wird Schmal- oder Fahlleder genannt, auch Werk- oder Zeugleder, und dient für gröbere Schuhmacherarbeiten, für Riemer und Sattler, und zu verschiedenem Gebrauche, wo ein starkes, doch geschmeidiges und biegsames Leder erfordert wird. Das lohgare Leder aus Kalbfellen dient hauptsächlich als Oberleder für Schuhe und Stiefel. Alles Schmal- und Oberleder wird mit Fett eingelassen, das aus Fischthran und Talg (etwa wie 3:1) besteht. Dieses Einfetten muß im nassen Zustande der Haut geschehen, und nach diesem werden erst jene verschiedenen andern Zurichtungen vorgenommen, die zu dem verschiedenen Gebrauche für dasselbe gefordert werden.

547. Da das erwähnte Gerbverfahren durch Einsetzen in die Grube lange Zeit erfordert, und wie es die Erfahrung hinlänglich gelehrt hat, nicht ohne Nachtheil des Productes abgekürzt werden kann, indem die Sättigung der Haut mit Gerbstoff auf diesem Wege nur langsam erfolgt, so gerbt man gegenwärtig jene Häute, welche zu Fahlleder bestimmt sind, mit bereits fertigem Lohextracte, wodurch wenn auch nicht an Lohn, wohl aber an Zeit ungemein gewonnen wird (Schnellgerberei); da ein weit kleinerer Raum erforderlich ist, und die Jahreszeit keine Unterbrechung macht, die

Häute auch schneller zur Verwerthung kommen, so ist auch Kostenersparung mit dieser Verfahrungsweise verbunden.

Die Gerbstoffauflösung wird ohne Erwärmung aus der fein gemahlenen Lohe, zuweilen mittelst einer Extractionspresse, bereitet, um nicht in Folge der Veränderung an der Luft, welche bei einer heißen Auflösung leichter erfolgt, durch die Bildung jenes unlöslichen Extractivstoffes an wirksamen Theilen zu verlieren. Diese Auflösung wird in mehren Portionen von stufenweiser Stärke bereitet, da es für die Behandlung der Häute eine wesentliche Bedingniß ist, daß sie zuerst in sehr schwache Brühen getaucht werden, damit die anfangende Gerbung nicht bloß an der Oberfläche erfolge, sondern gleichförmig bis in den innersten Theil verbreitet werde; wird nämlich durch Anwendung zu starker Brühen die Oberfläche der Haut zu schnell vollständig gegerbt, so wird selbst für nachfolgende stärkere Extracte das Durchgerben derselben bis ins Innere unmöglich.

Nachdem die Häute nach der beschriebenen Weise in den Kalkäschern behandelt, enthaart, gereiniget, und in der Schwellbeize behandelt worden sind, werden sie Anfangs in sehr schwaches Lohwasser, und dann, ohne daß sich dieselben berühren, in immer stärkeres (die Farbe) eingehängt. Während sie in der ersten Farbe nur einen Tag bleiben, läßt man sie in jeder folgenden länger, in der letzten wohl auch 20 Tage. Nach dieser Zeit, bei dünneren Häuten noch früher, ist die Gerbung vollendet. Bei sehr starken Häuten wird auch wohl eine siebente und achte Farbe durch 25 bis 30 Tage angewendet. Kalbfelle für Oberleder bleiben nur 8 Stunden in der ersten Farbe, und so steigend in der folgenden, daß 48 Stunden für die vierte kommen; in der fünften bleiben sie endlich, bis sie gar sind. Die Aufnahme des Gerbstoffes durch die Häute wird durch ein tüchtiges Durcharbeiten in dem Loheztracte sehr beschleuniget, um die in die Haut eingedrungene, und endlich erschöpfte Flüssigkeit aus derselben wieder herauszuschaffen, da sie dem Eindringen der frischen, Gerbstoff enthaltenden, hinderlich ist.

In neuerer Zeit hat man das Eindringen des Loheztractes noch zu befördern gesucht durch mechanischen Druck, indem man z. B. die in der Lohbrühe befindlichen Häute gleichzeitig zwischen Walzen durchgehen ließ, oder durch hydrostatischen Druck in einem luft- und wasserdichten Kasten mit einer aufgesetzten Röhre; endlich auch dadurch, daß man in luftdichten Behältern, in welche die Häute gebracht sind, die Luft verdünnt, somit aus den Poren derselben wegschaffte, und dann den Lohextract zutreten ließ, der nun bei erneuertem Zutritte der Luft durch deren vollen Druck in dieselben eingepreßt wird.

Diejenigen Häute, welche zu Sohlenleder oder schwerem Riemenleder bestimmt sind, werden wohl auch an manchen Orten, nachdem sie durch vier Wochen auf

die genannte Art behandelt worden sind, um ihnen die nöthige Härte und Festigkeit zu geben, in eine Versetzgrube mit einer 1″ dicken Lage von Lohe eingesetzt, und mit starker Brühe übergossen. Rückständige Brühe, so wie nicht vollends ausgelaugte Lohe, kann immer nach Verhältniß ihres Gehaltes verwendet werden. Nicht mehr brauchbare Lohe wird getrocknet, und als Brennmateriale verbraucht.

548. Besondere Arten vom lohgaren Leder sind: Juftenleder. In Rußland werden dünne Häute von noch jungen Thieren, Kühen, Pferden, auch Kälbern paarweise zusammengenäht (daher dessen Name vom russischen Jufti, welches Paar bedeutet), und nachdem sie beinahe auf dieselbe Art mittelst Birkenlohe lohgar gemacht sind, auf der Fleischseite mit Birkenöhl so lange eingerieben, bis die ganze Haut davon durchdrungen ist. Diesem Birkenöhle verdankt der Juften seine Geschmeidigkeit, Wasserdichtigkeit und den eigenthümlichen Geruch, wodurch es auch Motten und andere Insekten vertreibt. Gewöhnlich wird der Juften mittelst Alaun und einer Abkochung von Fernambukholz roth, oder mittelst Blauholz und Eisenvitriol schwarz gefärbt, und mittelst gekerbter Walzen auf der Narbenseite gekrispelt. — Saffian, Maroquin (aus Marocco stammend), ist ein gegerbtes, auf der Narbenseite gefärbtes Ziegenfell (mitunter auch Schaffell). Das Gerben desselben geschieht nach einer möglichst sorgfältigen Vorbereitung und Reinigung mittelst Sumach. — Corduan, wozu die stärkeren Häute von jungen Ziegen und Lämmern, nach der eben für das Fahlleder im Allgemeinen angegebenen Weise hergerichtet werden, ist statt mit Eichenlohe mit der Rinde der Saalweide und anderer Weidenarten gegerbt.

549. Weißgerberei ist die Gerbmethode, wo die Häute nach der gehörigen Vorbereitung mit Kochsalz und Thonerde (wodurch salzsaure Thonerde entsteht) behandelt werden, alaungares oder weißgares Leder. Auf diese Art wird aus Schaf- und Lammfellen, seltener aus Kalb-, Rinds- und Pferdehäuten, weißgares Leder dargestellt.

Die Vorbereitungsarbeiten sind im Wesentlichen dieselben, wie sie für die Lohgerberei angegeben wurden; nur Schaffelle, welche noch mit der Wolle, die benützt werden soll, versehen sind, werden nicht im Kalkäscher behandelt, um dieselbe nicht zu verderben, sondern sie werden geschmödet, d. i. die gewaschenen und mit der Wolle nach unten ausgebreiteten Felle werden auf der Fleischseite mit einem Breie aus gebranntem Kalke mit Wasser, unter einem Zusatze gesiebter Holzasche (etwa bis zur Hälfte des Kalkes), in einer dicken Schichte angestrichen, sodann mit der Fleischseite nach innen zusammengefaltet, in einem Bottich über einander gelegt, wo sie so lange bleiben, bis die Wolle losgehet; hiebei ist jedoch Bedacht zu nehmen, daß sie nach

zwei Tagen umgelegt werden (die unteren nach oben und umgekehrt), damit sie nicht durch eintretende Gährung sich erhitzen, und Schaden leiden, wobei diejenigen, die sich schon zum Abhaaren tauglich zeigen, gleich ausgeschieden werden. Nach dem gewöhnlichen Beizen und Auspressen der eingedrungenen sauren Beizflüssigkeit, werden sie gegerbt, indem man sie durch eine lauwarme Flüssigkeit von Alaun und Kochsalz mehrmals durchzieht, bis die Brühe an allen Stellen durchgedrungen ist. Man läßt sie sodann abtropfen, schlägt sie mit der Narbenseite nach innen, und läßt sie, in ein Faß geschichtet, 2 bis 3 Tage liegen, bis sie die nöthige Gare haben, worauf sie zum Trocknen aufgehängt und dann der weiteren Zurichtung durch Ziehen und Streichen unterworfen werden.

Zum Behufe der Riemer- und Sattlerarbeiten werden Ochsen-, Küh- und Pferdehäute nach der ungarischen Weißgerberei, einem von dem vorigen etwas abweichenden Verfahren, weißgar gemacht (ungarisches Alaunleder). Die gewaschenen und gereinigten Häute werden gewöhnlich, ohne vorhergehendes Kalken oder Schwitzen, nur mit dem Putzmesser enthaart, dann sogleich, wie vorstehend, aber ohne vorhergehendes Schwellen in einer Alaunbrühe gegerbt, und darin mehrmals tüchtig durchgewalkt; die getrockneten Häute werden sodann gereckt, durchgetreten, über Kohlenfeuer erwärmt, und auf der Fleischseite mit geschmolzenem Talg getränkt, worauf das Erwärmen, damit das Fett vollkommen hineinziehe, wiederholt wird.

Auch die Darstellung des französischen oder Erlanger Leders zu feinen Handschuhen, wozu die Felle junger Ziegen und Lämmer verwendet werden, geschieht auf ähnliche Art; es wird auch zu glacirtem Leder verarbeitet.

550. Sämischgerberei. Unter sämischgarem Leder versteht man bloß durch anhaltendes Walken mit Fett dargestelltes Leder. Gewöhnlich werden die Felle von Hirschen, Rehen, Hammeln, Schafen, wohl auch von Kälbern, und selbst Ochsenhäute zu starken Riemen, nach der gehörigen Vorbereitung durch Einweichen, Enthaaren und Beizen sämischgar gemacht.

Das Durcharbeiten der Felle mit Fett wird in einer Walke zum wiederholtenmal vorgenommen, die gewalkten Felle an die Luft gehängt, sodann auf einen Haufen zusammengelegt, einer Art von Gährung unterworfen. Zuletzt werden dieselben in einer schwachen alkalischen Lauge behandelt, um sie von allem ungeändert gebliebenem Fett zu befreien. Das Fett hat nämlich die Hautsubstanz nicht bloß mechanisch durchdrungen, sondern ist in der Art verändert, in Folge des öfteren Aussetzens an der Luft, und der zuletzt eingeleiteten Gährung, daß eine Verbindung der Hautsubstanz

mit Fettsäuren entstanden ist. Es tritt daher dieses Leder nicht mehr in Gährung, wie z. B. geöhlte Zeuge, wird mit Alkalien behandelt nicht mehr seifig, und zeigt überhaupt keine Spur von Fett.

Das sämischgare Leder ist gewöhnlich ohne Narbe, da sie beim Enthaaren mit weggestoßen wird, um das Eindringen des Fettes zu begünstigen, gelb von Farbe, die man durch Ocker noch erhöht, zuweilen aber wird es durch Bleichen weiß dargestellt. Dem Eindringen des Wassers widersteht dieses Leder jedoch weniger, und kann sogar gewaschen werden (Waschleder). Es wird größtentheils zu Kleidungsstücken, Handschuhen u. dgl. verwendet. — Auf eine ähnliche Art wie die Sämischgerberei richtet der Kürschner die für Pelzwerk bestimmten Bälge oder Felle her, nur daß er, statt sie zu enthaaren, trachten muß, die Haare unversehrt, und in fester Verbindung mit der Haut zu erhalten.

Hieher gehört auch die Pergamentfabrication. Zu diesem Zwecke werden Kalb-, Hammel- und Schaffelle sorgfältig enthaart, dann mit Kalkwasser wiederholt bearbeitet, um alles Fett in Seife zu verwandeln. Die gut ausgewaschenen Felle werden auf Rahmen gespannt, geschabt, mit Kreide wiederholt angestrichen, und mit Bimsstein glatt gerieben. Für Schreibpergament werden die so zugerichteten Häute auf der Narbenseite mit einem starken Bleiweißgrunde überzogen, und dann noch zum wiederholtenmale mit Leinöhlfirniß. — Das Pergament dient zum Schreiben mit Bleistift, auch mit Tinte; die Schriftzüge lassen sich mit Wasser, vorzüglich Seifenwasser wegwaschen. Ferner wird es verwendet zum Einbinden von Büchern (Schweinshäute), zu Pauken (Eselshäute), zu Trommeln (Kalb- und Ziegenfelle, Kuh- und Eselsfelle), zum Zubinden von Flaschen mit flüchtigen Substanzen, zu Sieben, z. B. beim Körnen des Schießpulvers (Schweinshäute). — Bisweilen wird Papier oder Leinwand mit einem ähnlichen Ueberzuge versehen, und als Surrogat für das theure Pergament verwendet.

C. Zersetzung organischer Körper und Producte dieser Zersetzung.

551. Die Zersetzung organischer Körper oder die Umänderung derselben in Körper anderer Art durch verschiedene chemische Agentien wurde theils in der Einleitung zur organischen Chemie im Allgemeinen (467.) und zum Theil, wo es von besonderer Wichtigkeit erschien, bei den einzelnen Bildungstheilen besprochen. Hier soll nur von denjenigen Umänderungen und deren Producten die Rede sein, welche die organischen Körper durch Einwirkung der Hitze und durch Selbstentmischung erleiden, worüber die allgemeinsten Andeutungen ebenfalls an dem angeführten Orte (468.) gemacht worden sind.

A. Zersetzung durch Hitze.

1. Ohne Zutritt der atmosphärischen Luft. Trockene Destillation.

552. Werden organische Körper bis zu einem gewissen Grade erhitzt, so werden sie zersetzt, d. i. die Elementarbestandtheile treten unter sich in abgeänderten Verhältnissen zusammen, und bilden neue Zusammensetzungen. Man nennt diesen Zersetzungsproceß, wenn er ohne Zutritt der atmosphärischen Luft statt findet, die trockene Destillation oder die Verkohlung organischer Körper.

Die beginnende Zersetzung der Körper bei der allmälich gesteigerten Hitze gibt sich durch eine Veränderung der Farbe ins Braune und durch Ausstoßung eines eigenthümlichen Geruches zu erkennen. Man nennet die Körper in diesem Zustande geröstet. Zu diesem Rösten, welches man mit manchen Körpern zu verschiedenen Zwecken vornimmt, läßt man die Hitze verschieden lange einwirken, hält jedoch hiebei gewöhnlich den Zutritt der atmosphärischen Luft nicht ab. Dem Rösten werden unterworfen: Stärkemehl, das dadurch in Stärkegummi verwandelt wird (wie es der Fall ist an der Oberfläche des Brotes, wenn es gebacken wird); ferner Zucker, wodurch eine braune geschmolzene Masse entsteht, womit Essig, Liqueure u. dgl. gefärbt werden, Kaffeebohnen, Eichorienwurzel, Holz u. s. w.

Geröstet ist daher zu unterscheiden von gedörrt, womit man die Körper benennet, wenn eine den Siedpunkt des Wassers nicht viel überstei-

gende Hitze längere Zeit auf sie eingewirkt hat, ohne eine andere Veränderung derselben zu bewirken, als das freie in ihnen enthaltene Wasser auszutreiben, während sie nur getrocknet heißen, wenn sie so viel Wasser abgegeben haben, als sie unter den gewöhnlichen Umständen, ohne künstlicher Wärme, als höchstens Zimmerwärme, abzugeben im Stande sind.

Die Producte, welche bei diesem Processe der trockenen Destillation, in Folge der in anderen Verhältnissen zusammentretenden Elemente hervorgehen, sind theils expansibel, theils tropfbar flüssig und starr. Es tritt nämlich der Sauerstoff eines Körpers mit dem Wasserstoff desselben zusammen zu Wasser (mithin neu gebildetes Wasser, das von dem zuerst, in Folge stärkerer Austrocknung, davon gehenden Wasser zu unterscheiden ist); ferner verbindet sich der Sauerstoff mit dem Kohlenstoffe, zu Kohlenoxyd- und kohlensaurem Gas; eben so Kohlenstoff mit Wasserstoff zu Kohlenwasserstoffgas mit dem größeren und kleineren Gehalte des Kohlenstoffes, welche Gase nebst dem Wasserstoffgase, das frei als Educt erscheinen kann, über einer pneumatischen Vorrichtung, wenn die Operation auf diese Art vorgenommen wird, aufgefangen werden können; ferner bilden sich noch ternäre Verbindungen, brenzliches (empyreumatisches) Oehl und brenzliche Säuren, welche vermöge ihrer Flüchtigkeit der weiteren Zersetzung entgangen, sich in der Vorlage des gewählten Apparates sammt dem schon genannten Wasser condensiren. — War Stickstoff ein Bestandtheil des organischen Körpers (wie es vorzüglich bei denen aus dem Thierreiche abstammenden der Fall ist), so erscheinet derselbe sowohl frei als Gas, als auch in Verbindung mit dem Wasserstoffe zu Ammoniak, und zwar vorzüglich als kohlensaures (in ganz geringer Menge auch als essigsaures, blausaures Ammoniak). Bei einem Gehalte an Schwefel erscheint Schwefelwasserstoff- und schwefligsaures Gas, eben so Phosphorwasserstoffgas in Folge eines Gehaltes an Phosphor. In dem Destillationsgefäße endlich bleibt die starre Kohle zurück.

553. Die Natur der Verkohlungsproducte eines Körpers ist nach der Zusammensetzung des zu verkohlenden Körpers, der qualitativen und quantitativen verschieden.

So bedingt der Gehalt des Stickstoffes in einem Körper das Erscheinen desselben als Gas und der gerade genannten ammoniakalischen Producte und selbst die in diesem Falle rückbleibende Kohle zeigt sich, als stickstoffhaltig, von der Pflanzenkohle verschieden. — Verbindungen, die nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten, liefern kein kohlensaures und Kohlenoxydgas. — Harze geben viel des Kohlenwasserstoffgases im Maximum des Kohlenstoffes, Holz hingegen dieselbe Verbindung doch nur im Minimum des Kohlenstoffes.

Die Natur der Verkohlungsproducte ist aber selbst bei einem und demselben Körper verschieden nach der Temperatur, bei der sie erhalten wurden.

Würde nämlich ein wasserfreier organischer Körper erhitzt, bis flüchtige Theile davon gehen, und dann ununterbrochen in dieser Temperatur erhalten, so lange sich noch etwas Flüchtiges entwickelt, so würden sich während der ganzen Dauer hindurch dieselben Producte bilden und es bliebe ein für diese Temperatur nicht weiter zersetzbarer Körper im Rückstande. Würde nun dieser Rückstand einer höheren, aber ebenfalls constanten Temperatur ausgesetzt, so würden andere flüchtige Producte erscheinen, und ein neuer Rückstand bleiben; dasselbe Verhalten würde sich bei einem folgenden, und auf gleiche Weise öfter wiederholten Verfahren zeigen, und man könnte sodann auf diese Art die Producte der verschiedenen Temperaturen untersuchen. Bei dem gewöhnlichen Verfahren jedoch, das man bei der trockenen Destillation beobachtet, werden durch die progressive Erhöhung der Temperatur Producte von allen Epochen gebildet. So werden z. B. auf dem Boden des Destillationsgefäßes und an seinen Wänden schon Producte der letzten Epoche erscheinen, während aus der Mitte der Masse die der ersten und in dem Zwischenraume zwischen Peripherie und Centrum die der anderen Epochen auftreten.

Dessen ungeachtet kann bei übrigens geregeltem Gange Folgendes angegeben werden: Wasser, Kohlensäure, brenzliche Säuren und Oehle bilden sich vorzugsweise im Anfange der Operation bei Anwendung des geringsten Hitzegrades; später bei gesteigerter Hitze erscheinen, während die Menge der Vorigen abnimmt, Kohlenwasserstoffgase, und zwar vorzüglich mit dem größeren Gehalte an Kohlenstoff, öhlbildendes Gas, wenn es der Körper vermöge seiner quantitativen Zusammensetzung zu geben geeignet ist; in der letzteren Periode der Zersetzung, in welcher die Hitze den höchsten Grad erreichen muß, bilden sich nur rein unorganische Verbindungen, worunter sich Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas mit dem kleineren Gehalte des Kohlenstoffes und endlich freies Wasserstoffgas befinden. — Die Producte der Verkohlung eines und desselben Körpers sind daher auch nach den Zeitpunkten verschieden, in welchen sie während der Dauer des Processes gesammelt werden, so wie sich auch die Menge irgend eines beabsichtigten Productes nach dieser Temperatur richtet. Nur wenn die Verkohlung bei einer und derselben Temperatur fortgeführt werden kann, bleiben die Producte zwar dieser Temperatur entsprechend, aber doch während der ganzen Dauer der Operation dieselben. Dieses ist der Fall, wenn Oehl in einem gleichförmig dünnen Strahle in eine auf derselben Temperatur glühend erhaltene Röhre gebracht wird.

554. Die obgenannten, bei der trockenen Destillation gasförmig auftretenden Producte sind in Bezug ihrer Eigenschaften bereits in dem unor-

ganischen Theile abgehandelt worden, und daher hier nicht weiter zu besprechen. — Ueber die in der Vorlage gesammelten flüssigen Producte gilt im Allgemeinen Folgendes, und zwar in Beziehung der Pflanzenkörper. Brenzliche Säure, d. i. jene saure Flüssigkeit, welche gleich im Anfange der Operation in einem größeren Verhältnisse erscheint und im letzten Drittheil endlich ganz aufhört (was früher eintreten würde, wenn alle Theile gleich rasch erhitzt werden könnten), besteht aus dem zuerst erscheinenden Wasser, das sich bald in Folge des gleichzeitig gebildeten Oehles färbt, und endlich braun wird, und aus Essigsäure (seltener aus anderen brenzlichen Säuren), worin sich auch brenzliches Oehl und einige andere Producte aufgelöst befinden. Brenzliches Oehl; dieses ist im Anfange der Operation dünnflüssig und fast farblos, wird aber bald gelb, braun, und selbst schwarz und zugleich in demselben Maße immer dickflüssiger, Theer, so daß das zuletzt übergehende im Retortenhalse erstarret. Das brenzliche Oehl besteht aus Brandharz und Brandöhl, welch letzteres durch Destillation mit Wasser von ersterem getrennt werden kann.

Unter Brandöhlen begreift man eine große Anzahl flüchtiger Oehle von ungleichen physikalischen Eigenschaften, je nach dem Stoffe, aus dem sie erhalten wurden. Sie sind dünnflüssig, (nach gehöriger Rectification) farblos oder schwach gelblich, besitzen gewöhnlich einen sehr unangenehmen Geruch, und einen eigenthümlich brennenden Geschmack; sie lassen sich leicht entzünden, und brennen mit heller rußender Flamme. Bei einem und demselben Körper besteht das Brandöhl meistens aus zwei (vielleicht aus mehren) Oehlen von verschiedener Flüchtigkeit. — Die Brandharze, die nach der Rectification des brenzlichen Oehles als schwarze pechartige Masse zurück bleiben, sind harzähnliche Verbindungen, die für sich nicht, wohl aber in Verbindung mit dem Oehle flüchtig sind.

Bei der Verkohlung thierischer stickstoffhaltiger Producte findet sich in der Vorlage stinkendes (etwas Brandharz enthaltendes) Brandöhl, thierisches Oehl, aus dem man in neuerer Zeit verschiedene öhlartige Salzbasen abscheiden gelernt hat, ferner statt der sauren Flüssigkeit, eine alkalische, welche (nebst etwas essigsaurem und schwefligsaurem Ammoniak) vorzüglich kohlensaures Ammoniak enthält, letzteres mit dem Thieröhle verbunden oder eigentlich mit Salzen, deren Basen die gerade berührten, aus dem Thieröhle abgeschiedenen öhlartigen Stoffe sind; nebstbei findet sich in denselben Verbindungen kohlensaures Ammoniak als Sublimat vor (Hirschhornsalz, Hirschhorngeist, von deren Anwendung schon gesprochen wurde). — Wenn die davon gehenden Producte der Verkohlung, statt in die Vorlage geführt, durch einen längern stark glühenden Raum, z. B. durch eine Röhre geleitet werden, so geschieht

die Zersetzung vollkommen. Man erhält außer dem Anfangs davon gehenden Wasser keine anderen flüssigen Producte, indem sie ebenfalls in gasförmige Verbindungen zersetzt werden; aber selbst diese erleiden eine solche Zersetzung, daß kein öhlbildendes Gas, sondern nur Kohlenwasserstoffgas im Minimum des Kohlenstoffes, und ein größeres Verhältniß Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas erscheinen.

Der Verkohlung im Großen werden unterworfen: Holz, Steinkohlen, fette Oehle u. dgl., endlich verschiedene thierische Substanzen.

555. **Verkohlung des Holzes.** Am häufigsten und in der größten Menge wird Holz der Verkohlung unterworfen, um Kohlen zu verschiedenen Zwecken zu gewinnen, wo ein Materiale erfordert wird, welches brennt, dabei weder Flamme noch Rauch gibt, aber eine höhere Temperatur erzeugt, als die ist, welche man durch das Holz erreichen kann. — Die Holzfaser, der holzige Theil der Pflanzen, ist bei allen Holzarten von derselben Zusammensetzung. Sie besteht nämlich im vollkommen trockenen Zustande aus 52 Thln. Kohlenstoff und 48 Thln. Sauerstoff und Wasserstoff in demjenigen Verhältnisse (42.7:5.3), wie sie zur Wasserbildung erforderlich sind. Da das Holz, wie es zum Brennen oder Verkohlen gewöhnlich verwendet wird, noch bis 25 Proc. Wasser enthält, überdieß 1 Proc. Asche gebende Substanzen, so ergibt sich die Zusammensetzung dieses Holzes mit 38.48 Thln. Kohlenstoff, 35.52 Thln. Sauerstoff und Wasserstoff, 1 Thl. Asche und 25 Thln. freiem Wasser.

Würde man im Stande sein, Sauerstoff und Wasserstoff in der Verbindung als Wasser, wozu sie dem Gesagten zu Folge gerade ausreichen, zu entfernen, so würden alle 38.48 Thle. Kohle (sammt der Asche) als Rückstand erhalten werden. Dieses ist jedoch nicht möglich, da in der erhöhten Temperatur beide Stoffe auf den Kohlenstoff chemisch einwirken, sich mit ihm verbinden und denselben als Kohlenoxyd- und kohlensaures Gas, so wie als Kohlenwasserstoffgas wegführen; nebst dem entstehen auch noch flüssige Producte, die ebenfalls Verlust an Kohlenstoff bedingen. Umgekehrt, würde aller Sauerstoff und Wasserstoff mit dem Kohlenstoffe in die obgenannten Verbindungen treten, so würde nur eine ganz kleine Menge von Kohlenstoff, 5 Procente, im Rückstande bleiben, und endlich auch diese verschwinden, wenn das Holz freies Wasser enthielte. Aber auch das Letztere macht sich, eben so wenig als das Erstere, in der wirklichen Ausübung geltend; die Erfahrung lehrt nämlich, im Zusammenhange mit der oben gemachten Betrachtung über die Abhängigkeit der Destillationsproducte von der angewandten Temperatur, daß je lang-

samer man die Hitze leitet, desto mehr Wasser aus den Bestandtheilen des Holzes gebildet und daher desto größer die Ausbeute an Kohlen sein wird, so daß sie um die Hälfte mehr, und selbst das Doppelte von der Menge betragen kann, welche bei der rasch gesteigerten Hitze erhalten wird, wo die größere Menge von Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffgas viel Kohlenstoff entführet.

Die Kohlenmenge, welche man aus der Pflanzenfaser durch Destillation erhalten kann, scheint für die verschiedenen Holzarten nicht sehr verschieden zu sein. So wechselt nämlich diese Quantität bei der raschen Verkohlung von 12 bis 16, bei der langsamen von 24 bis 27.5 Procente. Dieses Maximum nun ist es, welches man zu erreichen oder zu übersteigen suchen muß. Man erreicht es am sichersten bei der Verkohlung im Verschlossenen, wenn das Holz längere Zeit bei einer Temperatur erhalten wird, die 120° nicht viel übersteigt, und die man erst, so wie es nöthig wird, allmälich erhöhet und nur gegen das Ende zur Glühhitze steigert, um die letzten Antheile flüchtiger Producte zu entfernen. Würde die Temperatur nicht weiter erhöhet werden, so erhielte man einen kohlenartigen Rückstand, im Gewichte von selbst 41 bis 44 Procent des Holzgewichtes, worin die vollständige Zersetzung der Holzfaser noch nicht erfolgt ist, eine rothbraune Kohle, der bei der Fabrication des Pulvers schon gedacht wurde (268.).

556. Da das bei der Verkohlung entwickelte Gasgemenge nebst den nicht brennbaren Gasen nur Kohlenwasserstoffgas (mit dem kleineren Gehalte des Kohlenstoffes) und Wasserstoffgas und allenfalls Kohlenoxydgas, aber nicht auch öhlbildendes Gas enthält, so besitzt es auch nur schwache Leuchtkraft und ist daher für sich als Gaslicht nicht anwendbar. Leitet man dasselbe jedoch, nachdem es mittelst Durchstreichen durch Kalkwasser von seiner Kohlensäure befreit worden, durch ein flüchtiges Oehl, besonders Steinkohlentheeröhl, dessen Dampf es aufnimmt, so wird die Leuchtkraft im Verhältnisse dieses Oehldampfes vermehrt, und der eines guten Steinkohlengases gleich. Sollten die Kohlen nicht für sich gewonnen werden, so könnte die Einrichtung getroffen sein, daß nach beendeter Verkohlung (wenn nämlich die Gasentwicklung zu Ende ist) durch eine Röhre Wasserdämpfe in die Retorte eintreten und hier durch Zersetzung ein Gasgemenge liefern, dem auf die gleiche Weise die nothwendige Leuchtkraft ertheilt werden müßte. Auf diese Art könnte fortgefahren werden, bis alle Kohle verzehrt wäre.

Die saure Flüssigkeit, welche man bei der Destillation der Pflanzenkörper erhält, wird insbesondere nur bei der Holzverkohlung im Großen gewonnen und daher Holzsäure, Holzessig genannt. In vielen Fällen wird auf dieselbe, so wie auf die nachfolgenden Producte keine Rücksicht genommen. Diese Holzsäure ist eine dunkelbraune, brenzlich und sauer riechende und eben so schmeckende, Brandöhl mit sich führende Flüssigkeit, welches den Geruch derselben bedingt und nur schwierig gänzlich hinweggeschafft wird. Nebst dem enthält diese saure Flüssigkeit eine eigenthümliche flüchtige Flüssigkeit, Holzspiritus, Holzgeist genannt, welche bei der Destillation zuerst übergeht. Die nicht gereinigte Holzsäure besitzt ein ausgezeichnetes fäulnißwidriges Vermögen; Fleisch, welches einige Stunden darin gelegen hat, trocknet an der Luft, ohne zu faulen, wird aber dabei hart und zähe, so daß diese Aufbewahrungsart sich nicht für Fleisch eignet, das zur Nahrung dienen soll; auch ist dieselbe als ein Mittel gegen Holzschwamm anempfohlen worden. Sie dient ferner zur Darstellung essigsaurer Salze, und der reinen Essigsäure. — Die Benützung des Theers findet vorzüglich nur bei der Verkohlung harziger Holzgattungen statt, welche aus eben dieser Ursache auch auf eine etwas abgeänderte Weise ausgeführt wird, Theerschweelerei.

Zu Anfang dieser Operation fließt ein saures, harzhaltiges Liquidum aus, Theergalle, von welchem sich allmälich, als specifisch leichter, weißer Theer abscheidet; darauf folgt gelber und endlich bei zunehmender Hitze brauner Theer. Der weiße und gelbe Theer gibt durch Rectification sogenanntes Kienöhl und weißes Pech, der braune Theer aber ein unreines Oehl, Pechöhl, und als Rückstand schwarzes Pech, Schiffspech. Man gebraucht den Theer zur Verwendung als Wagenschmiere, ferner um Holz vor der Einwirkung von Feuchtigkeit und Luft zu schützen (für den Schiffbau); auch Mauerwerk, wo Salpeterfraß sich zeigt, wird getheert. Das schwarze Pech dient zu einem der Feuchtigkeit widerstehenden Harzkitte, Pechöhl und dünnes Theer zu Leuchtgasbereitung. 16 Thle. Theer und 36 Thle. Ziegelmehl kochend gemischt, gibt den Brunnenmacherkitt.

Aus den theerartigen Producten des Holzes sind einige eigenthümliche Stoffe dargestellt worden, als: Paraffin, Eupion, Picamar (Theerbitter), Kapnomor, Pittacal, Kreosot (Fleisch erhaltend). Erstere der genannten Substanzen ist im starren Zustande, die übrigen erscheinen flüssig. Kreosot, wegen seiner ausgezeichneten Eigenschaft, die Fäulniß thierischer Stoffe zu verhindern, so genannt, findet in der Medicin Anwendung (besonders als Mittel bei Brandwunden: 1 Thl. Kreosot in 80 Thln. Wasser).

557. Die Verkohlung des Holzes wird auf zwei wesentlich von einander verschiedene Arten bewerkstelliget, nämlich im Ganz- oder im Halb-

verschlossenen. Im ersten Falle wird das Holz in gußeiserne Cilinder oder in aus Eisenblech zusammen genietete Kästen eingelegt, die geeigneten Vorlagen zur Gewinnung der Nebenproducte mit denselben in Verbindung gesetzt und die Erhitzung durch ein besonderes, auf einem eigenen Herde aufgelegtes Brennmateriale bewirkt, gerade so, wie es bei der trockenen Destillation organischer Substanzen in einer Retorte der Fall ist. Lebon war der erste, welcher 1799 Holz Behufs der Leuchtgaserzeugung in eisernen Kästen verkohlte. Man nannte solche Apparate Thermolampen. Da aber das hier auftretende Gasgemenge wohl Wärme, aber wenig Licht beim Verbrennen entwickelt, so wird es vortheilhafter zum Heizen als zum Leuchten verwendet; man leitet es daher in das Feuer des Verkohlungsofens, um einen Theil des erforderlichen Brennmateriales zu ersetzen.

Diese Methode wird auch auf die Art abgeändert, daß durch einen luftdicht abgesperrten und nur mit der Vorlage in Verbindung stehenden Raum, der mit Holz gefüllt wird, eiserne Röhren gelegt sind, durch welche die Flamme und die heiße Luft des außerhalb befindlichen Feuerherdes geleitet wird, um in den Schornstein zu münden. Zu Blansko in Mähren ist diese Methode im Großen von Reichenbach zu 90 Klafter Holzraum ausgeführt. — Statt Flamme und heiße Luft mittelst eiserner Röhren durch den Holzraum zu leiten, hat man dieselbe auch unmittelbar in denselben geführt, wie es der Fall ist, wenn die Gichtflamme eines Hohofens hiezu benützt wird; in so ferne die aus dem Hohofen entweichenden Gase kein freies Sauerstoffgas mehr mitführen und daher nicht ein Theil des zu verkohlenden Holzes verbrannt wird, gehört diese Verkohlungsart ebenfalls hieher.

558. Im zweiten Falle, im Halbverschlossenen, wird die Erhitzung zum Verkohlen des Holzes durch das Verbrennen eines Theiles desselben selbst bewirkt, indem sich die hiebei entwickelte Wärme auf die ganze übrige nicht brennende Masse verbreitet. Die Holzmasse, welche sich in diesem Falle in einem, sie umschließenden Behälter befindet, wird von einer Stelle aus in Brand gesetzt, die Verbreitung des Feuers durch Verminderung des Luftzutrittes so geleitet, daß nur ein Schweelen des Holzes statt findet, aber doch die zur Vollendung der Verkohlung nöthige Hitze erreicht wird, ohne daß dabei ein größerer Holzverbrauch, als gerade nothwendig ist, statt findet.

Um diesen Zweck zu erreichen, muß die den Holzhaufen umhüllende Wand luftdicht schließen, der Luftzutritt aber an verschiedenen Stellen durch Oeffnungen gestattet, und die Hitze möglichst beisammen gehalten werden. Auch muß der Holzhaufen so dicht als möglich gesetzt sein, um

keine leeren Räume zu haben, in welche sich die Luft Zugang verschaffen könnte, wodurch ein zu schnelles Fortschreiten des Brandes oder ein Verbrennen des schon verkohlten Holzes herbeigeführt würde. — Diese Verkohlungsart wird entweder in Meilern, mit einer Schichte von Rasen, Erde, Kohlengestübe, bedeckte Holzhaufen (zwischen beweglichen Umfassungswänden), oder in eigenen Oefen (mithin zwischen unbeweglichen Wänden) ausgeführt.

559. Meilerverkohlung. Je nachdem die Holzscheite in nahe verticaler Lage und in mehren Schichten über einander zu einem kegelförmigen Haufen aufgeschlichtet sind, oder horizontal zu einem niedrigen, aber langen viereckigen Haufen angeordnet werden, unterscheidet man stehende und liegende Meiler. Ein stehender Meiler ist in Fig. 89 im verticalen Durchschnitte abgebildet. In dem als Mitte des Meilers bestimmten Punkte wird der Quandelpfahl oder drei Quandelstangen in Form eines Dreieckes (von 1′ Seite) eingeschlagen und die Scheite in concentrischen Kreisen herumgestellt; der Boden hiezu hat von dem Mittelpunkte aus einen kleinen Fall nach dem Umfange zu. Auf die erste Lage kommt eine zweite, zuweilen bei hinlänglich großen Grundflächen wohl auch eine dritte und darüber endlich die Haube aus schräg oder beinahe horizontal gelegten Scheiten. Der so hergerichtete Meiler wird nun von außen mit einer Schichte Reisig, Rasen u. dgl., darüber mit Erde, Sand und endlich feucht erhaltener Kohlenlösche bedeckt; vom Fuße des Meilers bleibt Anfangs die Bedeckung noch weg, um die Ausbreitung des Feuers zu begünstigen; später wird auch hier die Decke angebracht. — Das Anzünden des Meilers geschieht aus der Mitte entweder durch einen am Fuße von außen bis zum Quandelpfahle führenden Kanal oder durch den zwischen den Stangen geschlossenen Quandelschacht, mittelst leicht verbrennlichen Holzes, wonach der ganze Schacht mit groben Kohlen ausgefüllt wird, bis sie etwa um 1′ noch hervorragen, welches hervorragende Häufchen man noch mit Lösche bedeckt. — Die größte Schwierigkeit bei der Bewachung des Meilers erwächst aus der bedeutenden Volumsverminderung, die das Holz beim Verkohlen erleidet, in deren Folge der Meiler mehr und mehr zusammensinkt, wodurch ein sehr häufiges Ausbessern entstandener Risse in der Decke nothwendig wird. Der Köhler hat nun stets darauf zu achten, daß sich das Feuer möglichst gleichmäßig nach allen Theilen des Meilers ausbreite. Es werden daher sowohl am Fuße des Meilers als auch höher hinauf Oeffnungen, Rummen, in die Decke gestochen, damit durch den hier statt

findenden geringen Luftzug das Feuer belebt werde. Ist der Meiler gar, d. h. ist die Verkohlung vollendet, so sucht der Köhler denselben zu ersticken, indem er so viel als möglich Lösche in das Innere zu bringen sucht; nach 4 bis 5 Tagen fängt derselbe sodann an zu stören, spleißen oder auszulangen, d. h. die Kohlen vom Kopf gegen den Fuß zu unter der Lösche hervorzuziehen, zum gänzlichen Abkühlen auszubreiten, die allenfalls noch glimmenden mit Wasser abzulöschen und zu sortiren.

Fig. 88 stellet einen liegenden Meiler vor, in der Ansicht von der Seite, und zwar an dem Theile a die horizontal liegenden, 8 bis 10′ langen Holzblöcke, bei b mit der darüber angebrachten Decke von Reisig und Kohlenlösche, welche den Zwischenraum ausfüllt, zwischen Meiler und der durch Schragen und Bretter zum Zusammenhalten dieser Decke gebildeten Wand, welche in c dargestellt ist. Das Anzünden geschieht hier von der Fußseite A, welche etwas tiefer liegt als die Segelseite B, wodurch auch der Luftzug und die Verbreitung des Feuers gegen rückwärts befördert wird, wozu auch zur Regulirung des Ganges in verschiedenen Punkten Löcher gestochen werden. Bei den liegenden Meilern, besonders wenn sie von einiger Länge sind, kann das Auslangen der Kohlen an der Vorderseite schon beginnen, während gegen die Hinterwand die Kohlung noch im Gange ist.

Man unterscheidet gute, feste oder schwere Kohlen, mit meistens ebenem und glänzendem Querbruch, nicht abfärbend; leichte, weiche Kohlen, die durch häufigern Luftzutritt schon im Brande waren, und daher einen Theil ihres Kohlenstoffes verloren haben (besonders in der Nähe des Quandels); kleine Kohlen und Lösche zur Bedeckung und Ausfüllung eines folgenden Meilers; rohe Kohlen und Bränder. — Auch bei der Meilerverkohlung kann man durch eingesteckte Röhren, die unter Wasser geleitet werden, die Nebenproducte gewinnen.

Ein stehender Meiler von 46′ Durchmesser, der über 50 Klafter Holz faßt, kann bei trockenem Holze in 4 bis 4½ Wochen und bei schwerem in 5 bis 6 Wochen ausgekohlt werden. Ein liegender Meiler von 20′ Länge und 10′ Breite kohlt in 14 Tagen aus.

Durch eine gute Meilerverkohlung in großen Haufen erhält man bis zu 25 Proc. des Holzgewichtes an Kohlen. Rechnet man im Ganzverschlossenen 12½ Pf. Holz zur äußern Feuerung für 100 Pf. des zu verkohlenden Holzes, so zeigt sich, da das Maximum der Kohlenausbeute 30 Proc. beträgt, der reine Ertrag, nämlich 26⅔ Pf., wenig den des Meilers übertreffend. Wohl sind im letzteren Falle noch Holzsäure und Theer, doch nicht in so großen Massen, als sie abfallen, zu verwerthen, wodurch das Anlagskapital und die Unterhaltungskosten nicht

vollkommen ersetzt werden; nebstbei können diese Producte auch bei den Meilern zum Theil gewonnen werden. Endlich wird bei der Verkohlung in feststehenden Oefen der vermehrte Aufwand dadurch herbeigeführt, daß das sämmtliche Kohlholz bis zu seiner Stelle herbeigeschafft werden muß, während bei den Meilern, die Verkohlung an der Fällungsstelle des Holzes geschehen kann, wodurch der Transport der Kohle nur ¼ des Holzgewichtes beträgt. — Es wird daher die Verkohlung in Oefen nur dann im Großen ausgeführt, wenn die Gewinnung der Nebenproducte (vorzüglich der Holzsäure) dabei der Hauptzweck ist.

560. Die Verkohlung im Halbverschlossenen kann auch zwischen unbeweglichen Wänden, d. i. in (gemauerten) Oefen bewirkt werden, wobei übrigens ganz das (in 558.) ausgesprochene und bei der Meilerverkohlung angewendete Princip zu Grunde liegt; aus dieser Ursache sind auch diese Oefen mit einem Roste und verschiedenen Zugöffnungen versehen, um den Luftzutritt nach dem beabsichtigten Zwecke reguliren zu können.

561. **Darstellung der Schießpulverkohle.** Zur Fabrication des Schießpulvers wird die Verkohlung des Holzes nicht nach der gewöhnlichen Art in Meilern ausgeführt, theils weil die Kohle nicht in so großer Menge erzeugt wird, welche ein Meiler liefert, theils weil eine nachtheilige Vermengung der Kohle mit Sand, Erde u. dgl. fremdartigen Körpern damit verbunden wäre, sondern in Gruben (im Halbverschlossenen) oder in Cilindern (im Ganzverschlossenen) vorgenommen.

Grubenverkohlung. Nach den Erfahrungen, welche man über die schon lange im Gebrauche stehende Grubenverkohlung, welche auch in Oesterreich eingeführt ist, gemacht hat, dürfen die Gruben von nicht zu großen Dimensionen sein. Eine Tiefe von 3½′, und ein Querschnitt von 9′ im Quadrate scheint schon für eine Grube zu genügen, in der man 18 bis 20 Ctr. Holz auf einmal verkohlen will, ein Quantum, welches auch nicht leicht überschritten wird. Die vier Wände, so wie der Boden, bestehen aus Backsteinen; um die Grube herum wird der Boden festgeschlagen, so daß eine Tenne entstehet, die auf zwei entgegengesetzten Seiten der Grube rein gekehrt wird, während an den beiden andern Seiten ein etwas fetter, aber doch leicht mit der Schaufel zu behandelnder, thoniger Sand in Bereitschaft gehalten wird. Ist dieses so hergestellt, so legt man eine starke Stange quer durch die Grube, und lehnet auf dieselbe die erste Lage von Holzstücken, die verbrannt werden sollen, so an, daß ein freier Raum auf dem Boden der Grube bleibt. Diese erste Reihe bedeckt man mit mehren andern, daß ein regelmäßiger Haufen entstehet, der ungefähr um 3 Schuh über die Grube hervorraget. Auf diese Weise wird die Hälfte des Holzes in die Grube gebracht, wobei man beachtet, daß der Haufen oben nicht breiter werde,

als die Grube selbst ist, und daß eine Verbindung mit dem leeren Raume auf dem Boden der Grube offen bleibt. In diesem Raume wird sodann ein Haufen Stroh, und kleines Holz zurecht gelegt, welches man, sobald die Aufschichtung beendet ist, anzündet; der offen gelassene Eingang, durch welchen man dazu gelangt, wird sogleich mit einigen Holzstücken verstopft, und bald bricht die Flamme auf allen Punkten durch. Man läßt hierauf dem Brande seinen Gang, bis die Stange, welche selbst verbrennet, durch ihr Brechen die Holzstücke zusammenfallen läßt; die Masse senket sich nun, und man wirft nach und nach eben so viel Holz auf das Feuer, als anfänglich in die Grube gelegt wurde. Da hiedurch der regelmäßige Bau des Haufens gestört ist, so wird es erforderlich, die Verbrennung überall, wo sie erstickt, wieder zu beleben, indem man, wo es nöthig ist, von Zeit zu Zeit die Masse mittelst eiserner Haken lüftet. So wie sich keine Flamme mehr zeigt, ebnet man, in so ferne auch so viel Holz eingelegt wurde, daß die Grube mit glühenden Kohlen gefüllt ist, die Oberfläche derselben und bedeckt sie mit nassen Pfosten (an manchen Orten mit einer nassen wollenen Decke), worauf man die bereit gehaltene Erde wirft; auf diese Weise fährt man fort, bis an keiner Stelle mehr Rauch hervordringt. Die Grube darf nicht vor Verlauf von 3 bis 4 Tagen geleert werden, weil man Gefahr laufen würde, daß die Kohlen sich wieder an der Luft entzünden. Nach dieser Zeit nimmt man die Erde und die übrige Decke vorsichtig herab, bringt die Kohlen mit der Schaufel heraus, und sondert die Bränder davon ab. Die Menge der ausgebrachten Kohle, die sich jedoch nicht ganz gleich bleibt, wird auf 16 bis 17 Procente vom Gewichte des angewendeten Holzes angegeben.

An manchen Orten gibt man den Gruben der größeren Festigkeit wegen eine cilindrische Gestalt, aber einen kleineren Querschnitt, als der vor angegebene war, dabei aber dieselbe, oder selbst noch größere Tiefe. Da das verbrennende und zusammenstürzende Holz in einen Raum fällt, wo der Zutritt der Luft sehr verringert ist, so wird ein nicht so großer Theil der Kohle eingeäschert, als in der Grube von der vorigen Construction der Fall war, ohne daß deshalb mehr Bränder übrig bleiben. — Zum Ersticken des Feuers würden blecherne, durch Handhaben tragbar gemachte Deckel, die jedoch ebenfalls mit Erde bedeckt werden müßten, den gebräuchlichen Deckungsmitteln vorzuziehen sein. — Ganz so wie die Grubenverkohlung wird an manchen Orten die Verkohlung in Kesseln vorgenommen, wobei die Kohle vor Verunreinigung gesichert bleibt; man benützt hiezu Kessel von 4′ Weite und 3 bis 4′ Tiefe. — In Frankreich verkohlte man auch in Oefen, welche nach dem Principe der Verkohlung im Halbverschlossenen eingerichtet waren.

562. **Verkohlung in Cilindern.** Diese Methode, welche zuerst in England eingeführt wurde, und nun in mehren Ländern in Gebrauch gekommen ist, geschieht in gußeisernen oder blechenen Cilindern von 5′ Länge und 2′ im Durchmesser. Das eine offene Ende, durch welches man dieselben füllt, ist während der Operation mit einem Deckel geschlossen; am andern Ende sind vier Oeffnungen: die eine für Holzstäbe, die zur Probe von Zeit zu Zeit herausgenommen werden, um den Gang der Verkohlung zu erkennen; eine zweite als Abzug für die Gase und Dämpfe, daher sie auch mit einem Kanale in Verbindung steht, der in die allgemeine Esse führt; die beiden andern kommen zu denselben Zwecken in Anwendung, wenn ein Cilinder wegen zu großer Oxydation umgekehrt wird, um ihn noch einige Zeit benützen zu können; übrigens wird die Dauer eines gußeisernen auf 15, eines blechenen auf 6 Jahre angegeben. Es gibt auch Cilinder, die an beiden Seiten offen sind, und zum Betriebe durch eigene Deckel geschlossen werden, die aus zwei Blechscheiben bestehen, deren Zwischenraum der schlechten Wärmeleitung wegen mit Asche und Sand gefüllt wird. — Die Cilinder liegen fast überall horizontal, meistens zu zwei, aber auch zu sechs, und noch mehr neben einander in gemauerten Oefen, die blechenen in einem Lehmfutter gebettet. Die Flamme trifft dieselben entweder nur an der untern Fläche ihrer Länge, indem die Mauerbogen sie auf der Seite fassen, oder sie werden ringsum in Zügen von derselben umspült; durch Windpfeifen und Thüren kann man die Hitze beliebig leiten. Vortheilhaft ist es, für jeden Cilinder eine eigene Feuerung zu haben; der Proceß der Verkohlung ist in diesem Falle leichter gleichmäßig im Gange zu erhalten. Die Sicherheit dafür steigt auch in dem Maße, als die Cilinder kleiner werden; es bedarf bei Anwendung der letztern auch geringerer Hitze, um die Verkohlung bis in die Mitte zu treiben. Man ist daher in England von Cilindern, die 300 Pf. Holz fassen, auf solche, die höchstens 100 Pf. halten, herabgegangen, und für feines Pulver wendet man sogar Cilinder von nur 70 Pf. Inhalt an; jedoch die Kosten der Kohle steigen, je kleiner der Bereitungscilinder wird.

Das Kohlholz wird in Stäben eingetragen, die von 3‴ bis 1.5″ dick sind, und fast die Länge des Cilinders haben, so daß nur einige Zolle vor- und rückwärts leer bleiben; man ordnet dieselben so, daß die dünnsten in die Mitte, die stärksten an die Wand des Cilinders kommen. In einigen Fabriken wird das Holz in Form von durch eiserne Ringe zusammengehaltenen Bündeln eingetragen. Die geladenen Cilinder werden verschlossen, die Oeffnungen mit Kitt aus Thon und Kohlengestübe verschmiert, und nun

wird langsam und vorsichtig angeheizt; die Hitze darf nicht bis zum Glühen kommen. Man muß nur darauf achten, daß das Holz in der ganzen Länge des Cilinders zugleich und in gleichem Maße verkohle, und daher durch die Vertheilung des Brennmateriales helfen. Der Arbeiter muß überhaupt den Gang des Cilinders aus der Erfahrung kennen, und denjenigen, der sich stärker heizt, mithin schneller verkohlet, danach leiten. Die Producte der Verkohlung pflegt man nur da zu sammeln, wo eine größere Fabrication statt findet. In England liegen immer mehre Cilinder neben einander. Ihre 6″ weiten Röhren münden in eine gemeinschaftliche horizontale Röhre von 12″ Weite, die durch zufließendes Wasser abgekühlt wird. In keinem Falle darf man auf Kosten der Güte des Hauptproductes, der Pulverkohle, den Werth der Nebenproducte zu erhöhen suchen. Sobald die Verkohlung bis auf den bestimmten Grad bewirkt ist, öffnet man die Cilinder, nimmt die Kohlen heraus, wirft die Brände zur Seite, bringt die Kohlen in eigene Dämpfer, in welchen sie bleiben, bis sie erkaltet sind, wonach sie in so weit sortirt werden, daß für Jagdpulver nur die festesten, reinsten und dünnsten Stücke genommen werden.

563. Bei dieser Art der Verkohlung hat man angefangen, den Proceß langsam, und bei niedriger Temperatur zu leiten; beendet man denselben, sobald alle Gasentwicklung bei dieser Temperatur aufgehört hat, ohne sie weiter zu erhöhen, so erhält man eine leicht zerreibliche Kohle von brauner Farbe, welche dem Pulver einen hohen Grad von Verbrennlichkeit ertheilt (268. u. 299.). Nach der Dauer des Verkohlungsprocesses, welche von der angewendeten Hitze abhängt, ist die Qualität, so wie die Menge des daraus hervorgehenden Productes verschieden. Je niedriger die Temperatur, desto länger die Dauer des Processes, desto lichtbrauner fällt die Kohle aus, desto höher aber ist das Ausbringen, denn desto weniger sind die Elementarstoffe, in neuen gas- und dampfförmigen Verbindungen zusammengetreten, ausgetrieben worden; eine solche Kohle würde auch noch desto mehr gasförmige Verbindungen geben, wenn sie nochmals, bei höherer Temperatur, geglüht würde. Im Maximum hat man aus vollkommen trockenem Holze bei wirklich durch und durch gedrungener Verkohlung 40 Proc. derlei brauner Kohle erhalten, welche aber kaum den Namen einer wahren Kohle verdient. Gewöhnlich begnügt man sich die Verkohlung so zu leiten, daß das Ausbringen höchstens 30 Proc. des trocken angewendeten Holzes beträgt. Die in Cilindern erhaltene Kohle wird auch mit dem Namen destillirte Kohle belegt. Der Verbrauch an Brennmateriale ist hiebei bedeutend; man könnte durch Verbrennung der durch die Destillation gelieferten Dämpfe eine kleine Ersparniß erreichen.

Um die Operation in Cilindern weniger zu unterbrechen, hat man in die gußeisernen Cilinder, blechene mit Holz gefüllt, eingeschoben. Diese durften nach beendeter Verkohlung nur herausgezogen und durch neue ersetzt werden, so daß der Betrieb fast ununterbrochen fortging. In diesem Falle brauchte man keine besonderen Dämpfer, indem jene blechene Cilinder schon diese Dienste leisteten; jedoch stieg die Consumtion des Brennmaterials beinahe auf das Doppelte, da durch diese Einrichtung die Mittheilung der Wärme schwieriger wird.

564. **Verkohlung des Torfes.** Mit dem Namen Torf bezeichnet man einen schwarzbraunen, leichten, schwammigen Stoff, welcher aus verworrenen, meistens noch erkennbaren, aber theilweise zersetzten und mit erdigen Theilen vermengten Pflanzen bestehet. Der Torf, so wie die durch Verkohlung desselben erhaltene Torfkohle, kann in Gegenden, wo derselbe reichlich zu finden ist, mit vielem Vortheile als Brennmateriale verwendet werden, besonders wenn er nicht sehr viel mit erdigen Beimengungen verunreinigt ist, welche als Asche zurückbleibend, den Werth desselben sehr verringern. Der Torf, als Aggregat von Pflanzenfasern, gibt bei der Verkohlung dieselben Producte, wie das Holz, liefert aber weniger Säure und brenzliches Oehl, dagegen aber Ammoniak. Die Verkohlung desselben geschieht, wie die des Holzes, in Meilern und Oefen.

565. **Verkohlung der Steinkohlen.** Die Steinkohlen, ein fossiles Brennmateriale, können als Pflanzenfaser betrachtet werden, welche durch irgend einen Entmischungsproceß eine Veränderung erlitten hat, als deren Endresultat eine Concentration des Kohlenstoffgehaltes erscheint, in Folge einer verhältnißmäßig bedeutenderen Abscheidung von Sauerstoff und Wasserstoff gegen den Kohlenstoff. Es ist daher Steinkohle wesentlich von der durch trockene Destillation aus dem Holze erhaltenen Kohle verschieden, woraus hervorgehet, daß die Steinkohle auch nicht durch die Einwirkung von Feuer entstanden sein kann.

Die Steinkohlen zerfallen insbesondere in zwei Klassen, in Schwarz- und Braunkohlen. Zu den ersteren, welche keine Holztextur mehr wahrnehmen lassen und als eine gleichförmige, leicht zersprengbare, sich blättrig oder schiefrig absondernde, pechartige Masse erscheinen, gehören die Pech-, Schiefer-, Cannelkohle; zu letzteren rechnet man die gemeine Braunkohle zum Theile mit der Holztextur, welche in bituminösem, fossilem Holze noch deutlicher hervortritt, dann auch die Erdkohle, Moorkohle. Der Uebergang der Braunkohle in die Schwarzkohle ist so unmerklich, daß es oft schwer hält, die genaue Klassifikation zu treffen.

Die Verkohlung der Steinkohlen wird entweder in der Absicht vorgenommen, wie die des Holzes, oder zur Darstellung von Leuchtgas, Steinkohlengas, wobei die zugleich erhaltene Kohle als Nebenproduct erscheint. Man nennt diese aus den Steinkohlen erhaltenen Kohlen Coaks und das Verkohlen derselben Vercoaken. — Auf dem Feuerherde zeigen die Steinkohlen ein verschiedenes Verhalten. Einige verbrennen mit Beibehaltung ihrer Textur bis auf den erdigen Rückstand, die Asche, während andere schmelzen oder zusammenbacken, sich aufblähen, wie schmelzendes Pech, und allmälich mit stärkerer Flamme zu Asche verbrennen. Ersteres ist der Fall bei den Braunkohlen (auch Sandkohlen genannt) und diese liefern beim Vercoaken pulverförmige Coaks; letzteres ist den Schwarzkohlen, aus dieser Ursache auch Backkohlen genannt, eigen, und die Coaks derselben erscheinen als eine geschmolzene poröse Masse. Uebrigens kommen auch Varietäten von Steinkohlen vor, die aus beiden Arten gemengt sind, Braunkohlen mit dünnen Zwischenschichten von Backkohlen. Man nennt diese Mittelklasse Sinterkohle; die Coaks derselben erscheinen in Folge dieser Mengung zusammengesintert, gefrittet.

Ob eine Kohle im Feuer backt oder nicht, oder zur einen oder andern Klasse gehört, kann man leicht erforschen, wenn man ein kleines Stückchen derselben mit einer Pincette in eine Lichtflamme hält. Die Schwarzkohle brennt in der Regel mit einer dichten rauchigen Flamme und schmilzt mehr oder weniger zusammen. Die Braunkohle brennt schwer, gibt eine dünne, mehr bläuliche Flamme, und verändert in der Hitze ihre Form nicht.

Die chemische Zusammensetzung anbelangend, enthalten die Steinkohlen nebst den die Asche bedingenden Substanzen und einem kleinen, als unwesentlich erscheinenden Gehalte an Stickstoff, eben so wie das Holz, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, so daß jedoch der Kohlenstoffgehalt in einem mehr überwiegenden Verhältnisse vorhanden ist, als im Holze (74 bis 92 Proc. des Steinkohlengewichtes). Die Braunkohlen enthalten weniger desselben, als die Schwarzkohlen, und desto weniger, je mehr sie sich dem bituminösen Holze nähern. Die andern beiden Bestandtheile Sauerstoff und Wasserstoff anbelangend, enthalten die Schwarzkohlen mehr Wasserstoff im Verhältnisse zum Sauerstoffe; da die Steinkohlen häufig Schwefelkies eingesprengt enthalten, so erscheint bei ihrer Verkohlung auch schwefligsaures und schwefelwasserstoffsaures Gas, daher diese Operation auch sehr uneigentlich Abschwefeln der Steinkohlen genannt wird.

Im Allgemeinen taugen nur diejenigen Steinkohlen zur Verkohlung, welche mehr oder weniger backend sind, folglich die eigentlichen Schwarzkohlen und die denselben sich nähernden Sinterkohlen. Die Coaks der

Braunkohlen, die nur in kleinen und zertrümmerten Stücken erscheinen, sind aus eben dieser Ursache als Brennmateriale für die gewöhnlichen Zwecke weniger tauglich. Dagegen ist auch selbst das von Schwarzkohlen kommende Kohlenklein zum Vercoaken brauchbar, indem diese Staubkohle zusammenschmilzt, und dadurch eben so brauchbare Coaks liefert, als dieselbe Kohle in größeren Stücken.

Die Verkohlung der Steinkohlen wird entweder in Meilern oder Oefen (im Halbverschlossenen), zur Darstellung des Leuchtgases aber im Ganzverschlossenen, in eisernen Röhren oder Retorten bewerkstelliget.

566. Die Quantität der ausgebrauchten Coaks ist nach dem verschiedenen Kohlenstoffgehalte der gebrauchten Steinkohlen von 80 bis 50 Procente, bei dem fossilen Holze auch noch weniger. — Nebst den Coaks erscheinen auch flüssige Producte; die wässerige, etwas kohlensaures und schwefligsaures Ammoniak enthaltende Flüssigkeit erscheint in geringerer Menge, als bei der Holzverkohlung; das meiste in der Vorlage Erhaltene ist Theer, dessen Consistenz desto dicker ist, je größer der Kohlenstoffgehalt der Steinkohlen.

Der Steinkohlentheer gleicht im Aeußern dem Holztheere, ist aber im Geruch und vielen andern Verhältnissen von demselben verschieden. Er ist, so wie letzterer, eine Auflösung von Brandharz in Brandöhl; das davon durch Destillation erhaltene Brandöhl hat Aehnlichkeit mit der Naphtha, während das bei der Holzverkohlung erhaltene mehr dem Terpentinöhle gleicht. Es ist sehr flüchtig, löset Kautschuk auf, das nach Verdampfung des Oehles mit Beibehaltung seiner Elasticität zurückbleibt. — Man verwendet den Steinkohlentheer zum Anstreichen von Holz und Eisen, auch von Mauerwerk, wozu derselbe um $\frac{1}{5}$ eingedampft werden muß. Er dringt tiefer in das Holz ein, als der Holztheer, indessen muß dieser Anstrich einigemal wiederholt werden. Einen vortrefflichen Anstrich gibt eine Mischung von 4 Lth. Silberglätte, 6 Lth. Leinöhl, 3 Maß Steinkohlentheer, $2\frac{1}{2}$ Lth. Kolophonium, grob gepulvert, und das Ganze zum Schmelzen erhitzt. Auch der Steinkohlenruß findet Anwendung, daher an manchen Orten mit der Vercoakung Rußfabrication verbunden ist.

Das aus Steinkohlen gewonnene Gasgemenge wird in vielen großen Städten Europas als Leuchtgas, Steinkohlengas, benützt, wozu es durch den Gehalt an öhlbildendem Gase brauchbar wird.

567. Zur Leuchtgasbereitung können nur allein backende, d. i. Schwarzkohlen verwendet werden, welche vermöge ihrer oben erwähnten Zusammensetzung Kohlenwasserstoffgas mit dem größeren Gehalte an Kohlenstoff zu liefern geeignet sind. Sie sollen keinen oder doch sehr wenig Schwefel enthalten, was bei sehr backenden Kohlen leicht der Fall ist. Im Mittel liefert 1 Pf. gute Schwarzkohle 4 Kb.Fuß Leuchtgas. Die angemessenste Temperatur, bei der Steinkohlen zum Behufe der Leuchtgasgewinnung zersetzt

werden sollen, ist die Kirschrothglühhitze, welche man auch gleich zu Anfange so schnell als möglich zu erreichen und dann gleichmäßig fortzuführen sucht. Ist die Temperatur zu niedrig, so verflüchtigt sich zu viel Brandöhl und entgeht hiedurch der weiteren Zersetzung in gasförmige Stoffe; ist sie hingegen zu groß, so vermindert sich ebenfalls die Menge des öhlbildenden Gases, es entsteht Kohlenwasserstoffgas mit dem kleineren Gehalte an Kohlenstoff und freies Wasserstoffgas. Da sich aber die Natur des zu verkohlenden Körpers mit der Dauer der Operation ändert, so stehet der Gehalt des producirten Gases an öhlbildendem Gase mit der Dauer des Destillationsprocesses im umgekehrten Verhältnisse; auch die Quantität des erzeugten Gases ist in der ersten Periode größer als später, wie es folgende Angaben zeigen.

100 Volumen Steinkohlengas enthalten:

Oehlbildendes Gas.	Kohlenwasserstoffgas.	Kohlenoxydgas.	Wasserstoffgas.	Stickgas.	Dichte des Gasgemenges.
13	82.5	3	0	1.3	0.65
7	56	11	21.3	4.7	0.5
0	20	10	60	10	0.345

Die erste Probe ist in den ersten Stunden, die zweite nach 5 Stunden, die letzte gegen das Ende der Operation nach 10 Stunden genommen.

Das meiste Gas entbindet sich in der ersten Stunde (0.2), in den folgenden vier Stunden ist die Entwicklung ziemlich gleichförmig (0.54 zusammen), in der sechsten Stunde beträgt sie nur mehr 0.1, und in der siebenten und achten nur mehr 0.16. — Aus dem Obigen ist zu ersehen, daß die Operation früher beendet werden müsse, als die Gasentwicklung aufhört, weil die letzteren Antheile des Gases nicht mehr zur Beleuchtung tauglich sind.

Das auf die vorbesagte Weise entwickelte Gasgemenge wird zuerst durch eine Vorlage und dann durch einen Condensator geleitet, welcher die Bestimmung hat, so viel möglich alle condensirbaren Dämpfe als tropfbar zurück zu behalten, zu welchem Zwecke derselbe von umgebendem Wasser kalt erhalten wird. Aus dem Condensator tritt es sodann in den Reinigungsapparat, um das gleichzeitig entwickelte und mitgeführte kohlensaure Gas, so wie auch das Schwefelwasserstoffgas, welches schwefligsaures Gas beim Verbrennen erzeugen würde, zu entfernen; dieses geschieht in dem genannten Apparate durch Kalkmilch, welche durch eine Rührvorrichtung in steter Bewegung erhalten wird. Von da gelangt nun das zum Leuchten brauchbare Gas, Steinkohlengas, in den Gasbehälter, Gasometer, aus welchem es durch Röhren an die Orte des Verbrau-

ches geleitet wird; nach der Entfernung derselben und nach der Zahl der zu speisenden Lampen, stellet man dasselbe, um es ausströmend zu machen, unter einen Druck, welcher den der Atmosphäre um das Gewicht einer 2 bis $3\frac{1}{2}''$ hohen Wassersäule übertrifft.

568. **Verkohlung fetter Oehle.** Zur Darstellung von Leuchtgas werden auch fette Oehle, insbesondere die wohlfeilern und schlechteren Sorten, der trockenen Destillation unterworfen. Um zu vermeiden, daß ein großer Theil derselben als ein öhlartiges Zersetzungsproduct übergehe, und daher nur eine geringe Ausbeute an Gas erfolge, was der Fall ist, wenn man dieselben unmittelbar in der Retorte erhitzen würde, läßt man sie in einem gleichförmigen, dünnen Strahle in die gußeiserne Retorte oder den Cilinder eintreten, nachdem sie vorher mit Ziegelsteinstücken oder Coaks zur Vermehrung der glühenden, mithin die Zersetzung bewirkenden Oberfläche zu zwei Drittel gefüllt und glühend gemacht worden sind. Das eintretende Oehl wird zum größten Theile in Gas verwandelt, der Rückstand an Kohle ist gering. Bei dieser Operation ist eine weniger lebhafte Hitze als bei der Darstellung des Steinkohlengases nothwendig, und das beste, am meisten öhlbildendes Gas enthaltene Gasgemenge wird bei dunkler Rothglühhitze erhalten. Ist dieselbe zu lebhaft, entsteht zwar mehr Gas, aber es ist ärmer an öhlbildendem Gase, wovon der Grund darin liegt, daß das in der Retorte bereits entwickelte öhlbildende Gas auf seinem weitern Fortgange, ehe es aus derselben tritt, noch mit glühenden Oberflächen in Berührung kommt, dadurch die Hälfte seines Kohlenstoffes absetzt, und in Kohlenwasserstoffgas mit dem geringeren Gehalte an Kohlenstoff übergeht, das auf dieselbe Weise sogar zu Wasserstoffgas werden kann.

So liefert Oehl a. bei lebhafter Rothglühhitze, b. bei möglichst niederer Temperatur, c. bei mittlerer Temperatur.

a. 19 öhlbild. G., 32.4 Kohlenwssrstffg., 12.2 Kohlenoxydg., 32.4 Wssrstffg., 4 Stickg.
b. 22.5 » » 50.3 » 15.5 » 7.7 » 4 »
c. 38 bis 40 » und außer dem Kohlenwasserstoffgase nur einige Procente von Kohlenoxydgas und Stickgas.

Das Oehl, das man zur Darstellung des Oehlgases verwendet, ist gemeines ungereinigtes Rübsöhl, oder der in den Oehlfässern sich ansammelnde Satz (Satzöhl), überhaupt solches Oehl oder Oehlabfall, der zur Lampenbeleuchtung ungereiniget, nicht wohl zu brauchen ist; ferner Fischthran; auch dient dazu Steinkohlentheer, das daraus abdestillirte Brandöhl (Steinkohlentheeröhl); desgleichen ist Terpentinöhl, Steinöhl, Kienöhl, auch das rohe Harz von Fichten und Föhren oder statt derselben Pech mit Steinkohlentheeröhl für diese Art von Beleuchtung ein vorzüglich

verwendbares Materiale. — Oehl oder flüssiges Fett liefert auf 1 Pfund beiläufig 15, Theer 12, und Harz oder Pech 10 Kb. Fuß Gas.

Um Gaslicht an Orten zu haben, die von einer Röhrenleitung oder Erzeugungsanstalt des Leuchtgases weit entfernt sind, hat man das Gas, und zwar besonders das Oehlgas in starken gehörig probirten Behältern auf das 15, 20, und selbst 30fache comprimirt; die Behälter müssen hiezu mit einer besondern Vorrichtung versehen werden, durch welche das Ausströmen des Gases nach der abnehmenden Spannung regulirt wird, um eine gleichförmige Flamme und Helligkeit zu bewirken. Bei dieser Compression des Oehlgases verdichtet sich ein Theil desselben zu einer öhlartigen, sehr flüchtigen Flüssigkeit, die aus drei Flüssigkeiten (Kohlenwasserstoffverbindungen) von verschiedenem Grade der Flüchtigkeit zusammengesetzt ist; die flüchtigste derselben kocht schon unter 0°. — Der Dampf dieser Flüssigkeiten nun ist es, welcher nebst dem öhlbildenden Gase die Leuchtkraft des Gasgemenges bedinget. In der obigen Angabe über die Zusammensetzung des Oehlgases ist derselbe in das Volum des öhlbildenden Gases eingerechnet; Steinkohlengas enthält nur sehr wenig desselben. In Betreff der Leuchtkraft des Oehlgases im Vergleiche mit dem Steinkohlengase bei gleichem Volum ist sie bei ersterem bedeutend größer; das Verhältniß beider zu einander hängt jedoch sehr von der relativen Mischung derselben ab.

Als mittleres Verhältniß kann man 1:2.7 annehmen, wodurch in den meisten Fällen das Leuchtverhältniß des Steinkohlengases gegen das Oehlgas ausgedrückt wird. Zwischen Steinkohlengas von geringer Qualität und dem besten Oehlgase wird das Verhältniß 1:4 angenommen. Dem zu Folge erfordert eine Lampe, die mit Steinkohlengas gespeist wird, für die Stunde 3 bis 4 Kb.′ vom Steinkohlengase, hingegen vom Oehlgase nur 1 bis 1¼ Kb.′, während 42 Gran Oehl in einer Lampe von bester Einrichtung verbraucht werden, um gleiche Helligkeit zu erzeugen. Aus diesem wird auch klar, daß sich das Oehlgas vielmehr zur Comprimirung Behufs des tragbaren Gases eigne, als das Steinkohlengas, da letzteres 3mal so große Behälter braucht, um eine gleiche Leistung, wie ersteres, hervorzubringen.

Da die Lichtentwicklung des öhlbildenden Gases von dem während des Verbrennens ausgeschiedenen und in der höchsten Temperatur weißglühend erhaltenen Kohlenstoffe abhängig ist, so muß die Leuchtkraft desselben auch vermindert werden, wenn es unter Umständen verbrennt, welche die vollkommene Verbrennung früher bewirken, als noch die Ausscheidung der Kohle erfolgen kann. Dieses ist der Fall, wenn der Sauerstoff im Verhältniß zum Inhalte der Flamme, oder der sie bildenden Gasmenge im

Ueberflusse vorhanden ist; z. B. wenn das Leuchtgas mit atmosphärischer Luft gemengt ist, oder wenn es mit so großer Geschwindigkeit aus einer sehr feinen Oeffnung ausströmt, daß es sich bei seinem Austreten aus der Oeffnung mit atmosphärischer Luft mischt; ein Gleiches erfolgt, wenn der Luftzug durch die Flamme zu groß wird, wodurch ebenfalls die Verbrennung zu sehr beschleunigt ist. Umgekehrt ist zu geringer Luftzutritt der Leuchtkraft ebenfalls nachtheilig, nicht nur, weil ein Theil der Kohle unverbrannt als Rauch davongehet, sondern auch, weil die höchste Leuchtkraft nur dann hervortritt, wenn die ausgeschiedenen Kohlentheilchen in die Weißglühhitze versetzt werden. Es folgt daher, daß die Einrichtung der Lampen und Ausströmöffnungen von eben so großer Wichtigkeit für das Leuchtvermögen des Gases ist, als die Qualität des Gases selbst.

569. **Verkohlung thierischer Substanzen.** Thierische Substanzen, Knochen, Horn u. s. w. werden zur Gewinnung ammoniakalischer Producte und der Thierkohle der Verkohlung unterworfen.

Die Knochen, so wie sie zu diesem Zwecke gesammelt werden, enthalten in den innern Zellen Fett, welches keinen Stickstoff enthält (475.), und daher auch nicht Ammoniak gibt; um dasselbe zu entfernen, pflegt man die frischen Knochen zu zerkleinern und mit Wasser auszukochen, um das Knochenfett (etwa 5 Procent), Klauenfett, zu gewinnen. Die Verkohlung der Knochen geschieht in eisernen Cilindern, aus welchen ein Abflußrohr die expansiblen und tropfbaren Producte durch ein System von Röhren, die mittelst fließenden Wassers abgekühlt werden, in nach einander folgende Behälter leitet, aus denen man durch Hähne die erzeugten ammoniakalischen Producte ablassen kann. Die entweichenden Gase werden zur Beseitigung des Gestankes, den die nicht condensirten Dämpfe des Thieröhles verbreiten, unter die Feuerung geleitet, um sie zu verbrennen. — Auch ohne Berücksichtigung der ammoniakalischen Producte verkohlt man Knochen in gußeisernen Töpfen; da die stinkenden Gasarten in diesem Falle auch nur zum Theil verbrennen würden, so pflegt man sie aus dem Verkohlungsofen, unter den Rost eines angebauten Flammenofens zu leiten, auf welchem mit trockenem Holze gefeuert wird, wodurch bei dem kräftigen Zuge in derlei Oefen eine vollkommene Verbrennung derselben bewirkt wird, und nur kohlensaures und schwefligsaures Gas nebst Stickstoffgas und Wasserdampf resultiren.

Eine andere Methode, die ammoniakalischen Producte aus Knochen zu gewinnen, besteht darin, in einem Schachtofen mit Rost die trockenen Knochen über Reisigholz zu schlichten, anzuzünden, die Gicht zu schließen, sobald das Feuer

brennt, und durch Abzugkanäle die Gase und Dämpfe nach großen Condensationsräumen zu leiten. — Bei diesem Verfahren wird ein Theil der Producte verbrannt. Dieser Verlust scheint aber durch den Vortheil der geringern Kosten, die für Anlage und Unterhaltung der Einrichtung nothwendig sind, überwogen zu werden.

Thierische Kohle dient als Farbmateriale, wozu man insbesondere Abfälle von Elfenbein der trockenen Destillation in lutirten Tiegeln unterwirft, gebranntes Elfenbein, mit welchem Namen übrigens auch gewöhnliche Knochenkohle belegt wird; ferner als Entfärbungsmittel für Zuckersiedereien u. s. w.

2. Unter Zutritt der atmosphärischen Luft. Verbrennung.

570. Wird die Erhitzung organischer Körper nicht unter Absperrung, sondern unter Zutritt der atmosphärischen Luft bis auf den hinlänglich hohen Grad gebracht, so verbrennen dieselben, d. i. sie nehmen aus der atmosphärischen Luft noch so viel Sauerstoff auf, um mit dem, der sich schon in ihrer Zusammensetzung befindet, ihren Kohlenstoff und Wasserstoff in Kohlensäure und Wasser umzuwandeln, welche Producte nebst dem Stickstoffe, wenn derselbe ein Bestandtheil des Körpers war, unter Hinterlassung einer gewissen Menge feuerbeständiger Asche gasförmig entweichen. Vollkommene Verbrennung organischer Substanzen.

571. Da aber, so wie bei der trockenen Destillation, ein Körper nicht augenblicklich, und selbst bei sehr intensiver Wärmequelle nicht sogleich durch seine ganze Masse hindurch auf die hinlänglich hohe Temperatur gebracht wird, der Sauerstoff der Luft auch nur mit der Oberfläche des Körpers, nicht mit den inneren Theilen in Berührung kommt, so geht dem eigentlichen Verbrennen der Proceß der trockenen Destillation voraus, wie es an einem Stücke Holz zu sehen ist, das in einen nicht hinlänglich erhitzten Feuerraum gelegt wird.

Je niedriger die Temperatur gehalten, und je langsamer dieselbe gesteigert wird, je mehr Wärme durch einen fremden Körper, z. B. durch den Wassergehalt des erhitzten Stoffes in Folge von Dampfbildung gebunden wird, je mehr ferner der Zutritt der Luft durch dichtes Aufeinanderlegen einzelner Theile oder durch Anwendung eines voluminösen Stückes, oder selbst wegen eigentlichen Mangels derselben gehindert ist, desto deutlicher treten die Erzeugnisse der trockenen Destillation hervor.

Je angemessener sowohl die Luftmenge, als die Hitze für die aufgelegte Menge des Holzes in dem bestimmten Feuerraume wird, desto

weniger gehen die Producte der trockenen Destillation, so wie sie zuerst erscheinen, davon, sondern sie erleiden die weitere Zersetzung in gasförmige Verbindungen, gerade so, wie es bei der trockenen Destillation der Fall ist, wenn sie statt in einer kalt gehaltenen Vorlage sich zu condensiren, neuerdings durch eine glühende Röhre geleitet werden (554.). Die nun entstandenen gasförmigen Producte und zwar insbesondere die Kohlenwasserstoffgase, so wie das Kohlenoxydgas sind es, welche in diesem Falle noch bei demjenigen Hitzegrade mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre zusammentreffen, bei welchem ihre Verbindung mit demselben erfolgen kann, d. h. wobei sie sich entzünden und verbrennen, und nur Kohlensäure und Wasser als die obgenannten Verbrennungsproducte geben. Der Stickstoff, welcher in der Zusammensetzung des Körpers war, entweicht als Gas, zugleich mit dem größtentheils aus demselben Gase bestehenden Reste der atmosphärischen Luft, die zum Verbrennen gedient hatte. Als starrer Rückstand bleibt sodann nur Asche, herrührend von den Nebenbestandtheilen des der Verbrennung unterworfenen Körpers, und daher auch verschieden nach dessen Natur. (Siehe Asche der vegetabilischen und animalischen Kohle und der Coaks, 126.)

572. Finden jedoch jene flüssigen Substanzen, die als Producte der ersten Einwirkung der Hitze auftreten, und ganz die nämlichen sind, wie sie derselbe Körper bei der trockenen Destillation liefert, mithin beim Holze brenzliche Säure, brenzliches Oehl u. s. w., bei Steinkohlen auch ammoniakalische Producte, bei thierischen Stoffen überdieß Thieröhl u. s. w., nicht die zur weiteren Zersetzung erforderliche Hitze, so entweichen sie und condensiren sich, nebst dem Wasserdampfe, in der kühleren Atmosphäre zu Nebel; dieser, gemengt mit den feinen Kohlentheilchen, welche durch den Luftstrom mitgerissen, oder aus dem Kohlenwasserstoffe und dem brenzlichen Oehle abgesetzt wurden, bildet den an der Atmosphäre sichtbaren Rauch. Unvollkommene Verbrennung. — Da der Rauch nicht nur noch weiter zersetzbare Stoffe, sondern auch brennbare Gase, die aus den angeführten Ursachen nicht verbrannten, in sich enthält, so wird er, durch einen hinlänglich erhitzten Raum geleitet, noch immer Flamme gebend, verbrennen können.

Die Condensation der genannten Producte findet aber bei Feuerungsanstalten auch schon in dem Schornsteine statt, wo sie mit den zugleich zurückbehaltenen Kohlentheilchen den Ruß bilden, Glanzruß, wie geschmolzener Theer aussehend, in den niederen Stellen des Schornsteines, Flatterruß, in den höheren Stellen desselben als zarter kohliger Anflug.

Der Gehalt an fein vertheilter Kohle ist bei verschiedenen Körpern sehr verschieden, z. B. bei Holz nur gering, dagegen nimmt dessen Menge bei Substanzen, welche bei der Verkohlung fast nur Gas und Brandöhl erzeugen, in gleichem Grade, als dieses der Fall ist, zu, so daß Ruß von manchen Substanzen, z. B. Kienruß, Lampenruß, fast nur aus Kohle bestehet, nebstbei aber durch den Luftstrom weggeführte Aschentheilchen enthält.

Oehl in einer gewöhnlichen Lampe mit Hilfe eines zusammengedrehten Dochtes verbrannt, verbreitet einen stinkenden Rauch und setzt zarte Kohle ab, mit brenzlichen, harzigen und öhligen Theilen vermischt, was durch die Einrichtung eines in der Mitte desselben durchgeführten Luftzuges, wie bei der argandischen Lampe, vermieden wird. — Auf gleiche Weise setzt sich in langen eisernen Röhren, die den Rauch des Ofens nach dem Schornstein abführen, eine saure, mit brenzlichem Oehle vermischte Flüssigkeit ab, indem sich die oben angegebenen Producte außer dem Bereiche der Hitze condensiren, wozu die Abkühlung der heißen Luft durch die langen eisernen Röhren sehr beiträgt, wodurch der Luftzug, das rasche Nachtreten von neuer Luft zur Feuerung, mithin auch der vollkommene Verbrennungsproceß selbst beeinträchtiget wird. — Daraus erklärt sich ferner die Nothwendigkeit der Reinigung der Schornsteine durch mechanische Mittel oder sogenanntes Ausbrennen derselben, wie überhaupt die Möglichkeit eines ausbrechenden Feuers in einem mit Ruß, d. i. mit brennbaren Substanzen überfüllten Raume ersichtlich wird. — Eben so künden thierische Substanzen, welche überhaupt mit Ausnahme der stickstofffreien, z. B. der Fette, nicht so leicht entzündlich sind, wie die Pflanzenstoffe, auch nur schwieriger vollkommen verbrennen, durch den Geruch, in Folge des sich entwickelnden thierischen Oehles, ihr Verbrennen an, z. B. Haare, Federn, Hufe u. dgl., was nicht mehr der Fall ist, wenn sie in einen sehr stark geheizten Raum geworfen werden.

573. Aus dem, was gesagt wurde, ist klar, daß vollkommen durchgeglühte Kohle, aus was immer für Substanzen dargestellt, sowohl ohne Rauch, als auch ohne Flamme verbrennen müsse (außer in Folge der Zersetzung von absorbirtem Wasser). Auch kann man zu gewissen Zwecken die Verbrennung absichtlich so unvollkommen vor sich gehen lassen, um gewisse in der Kunst anwendbare Producte zu erzeugen, wie z. B. zur Darstellung des Kienrußes und des Lampenrußes.

Sehr harziges Holz, das sogenannte Kienholz, oder die vom Theerschweelen übrig bleibenden Kienbrände, werden in einem niederen Ofen bei kümmerlichem Luftzuge verbrannt, der dicke Rauch wird durch einen langen horizontalen Rauchfang in eine hölzerne Kammer geleitet, welche oben bloß mit überspannter Leinwand oder mit Wollenzeug geschlossen ist. Die mit dem Rauche davongehenden Kohlentheilchen setzen sich an den Wänden des Rauchfanges der Kammer, und beim Durchzuge durch die Leinwand an diese ab. Der Kienruß ist um so leichter und feiner, je entfernter vom Ofen er sich absetzet; der feinste ist daher

an der Leinwand zu finden. — Lampenruß wird bereitet, indem man Oehllampen in thönernen Kapseln mit niederen thönernen Deckeln schlecht fortbrennen läßt, und den an die Deckel abgesetzten Ruß von Zeit zu Zeit abkratzt. Sowohl Kienruß als Lampenruß muß durch Ausglühen von verunreinigenden brenzlichen Oehlen befreit werden.

Der Ruß des Holzes findet vielfache Anwendung. Glanzruß mit Wasser fein abgerieben, liefert das unter dem Namen Bister oder Nußbraun bekannte Farbmateriale; Kienruß stellet das gemeinste schwarze Pigment für Buchdruckerfarbe, Maler, Anstreicher, wie auch das Materiale zur Erzeugung der Schuhwichse dar; auch gibt er (vorzüglich Lampenruß) mit aufgelöster Hausenblase angemacht, und mit Moschus und Kampher versetzt, in Formen gepreßt und getrocknet, die bekannte Tusche. — Ein mit Wasser kalt bereiteter Aufguß von Glanzruß dient zur Behandlung des Fleisches, das sich dadurch gleich dem geräucherten aufbewahren läßt, wobei in beiden Fällen die brenzliche Essigsäure, welche im ersteren Falle im Glanzruß condensirt war, in letzterem Falle aber in Dampfform das im Schornsteine aufgehängte Fleisch durchdrang, als Fäulniß verhinderndes Mittel auftritt.

574. Obgleich das Gesagte im Allgemeinen für die Verbrennung organischer Substanzen seine Gültigkeit hat, so ist doch insbesondere derjenigen Stoffe zu erwähnen, welche sowohl in der Haushaltung, als zum Betriebe vieler technischer Gewerbe als Brennmateriale dienen, wozu Holz, Steinkohlen, Torf und die aus demselben dargestellten Kohlen gehören. Diese Brennstoffe sind sowohl in ihrem eigentlichen Verhalten und in ihrer Verwendung, als auch in ihrer relativen Heizkraft verschieden.

Holz. Der Unterschied der verschiedenen Holzarten als Brennmateriale hängt theils von ihrer Dichte, theils von dem verschiedenen Wassergehalte ab. Zwar zeigt die Erfahrung, daß sämmtliche Holzarten bei gleichem Gewichte nahe dieselbe Heizkraft besitzen, jedoch enthält das weiche, weniger dichte Holz die gleiche Masse unter größerem Volum; und bietet daher nicht nur größere Oberfläche dar, sondern begünstiget auch wegen der mehr lockeren Beschaffenheit den Zutritt der Hitze und Luft in das Innere, daher es auch bei gleicher Trockenheit und Stärke lebhafter brennt, als das dichtere harte Holz. Ersteres taugt daher auch für lebhaftes Flammenfeuer, dessen Wirkung sich vom Feuerherde aus mehr in die Ferne erstrecken soll, wie in den Flammenöfen verschiedener Art; das harte Holz dagegen für mehr gemäßigte und länger anhaltende Hitze, deren Wirkung wegen der in dem Feuerherde angehäuften Kohlenrück-

stände sich mehr auf die nächste Umgebung erstreckt, z. B. für Kesselfeuerungen. Der Wassergehalt des Holzes wirkt vermindernd auf die Heizkraft des Holzes, indem es die Gewichtsmenge der eigentlichen brennbaren Substanzen verringert, Wärme zu seiner Verdampfung bindet, und hiedurch noch obendrein den Verbrennungsproceß bis zur Unvollkommenheit herabbringt, daher auch nasses Holz immer starken Rauch gibt. Geschwemmtes, oder sonst längere Zeit im Wasser gelegenes Holz, hat durch den Verlust der auflöslichen Bestandtheile weniger Brennstoff, als das ungeschwemmte von gleichem Umfange.

Hieraus folgt Begünstigung eines lebhaften Flammenfeuers durch Verkleinerung des Holzes, was desto mehr geschehen muß, je kleiner der Feuerherd, und die dadurch bedingte Stärke des Feuers ist; Nothwendigkeit, das Holz oft, und nicht in zu großen Mengen zuzulegen; Nutzen der scharfen Trocknung oder des Dörrens des Holzes für Flammenöfen, was aber, wenn es bis zum Braunwerden steigt, durch die dabei schon statt findende Verflüchtigung brennbarer Verbindungen, mit Verlust an Brennstoff verbunden ist.

Ein Pfund mit künstlicher Wärme völlig getrocknetes Holz erhitzt 35, und ein Pfund gewöhnliches, 20 bis 25 Procent Wasser enthaltendes 26 Pfund Wasser, von 0 bis 80 Grade. Die Menge der strahlenden Wärme verhält sich zu der durch unmittelbare Mittheilung von den erwärmten Gasarten an andere Körper, wie 1:3; letztere beträgt daher $\frac{1}{4}$ der ganzen entwickelten Wärmemenge.

Steinkohlen. Nach der bereits in 565 erwähnten großen Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Steinkohlen geht hervor, daß die Heizkraft derselben nur schwer mit Sicherheit angegeben werden könne; als Mittelwerth geht näherungsweise für 1 Pfund trockene Steinkohle die Erhitzung von 60 Pfund Wasser hervor. Braunkohlen geben (etwa um $\frac{1}{4}$) weniger als Schwarzkohlen, Kohlenklein ungefähr $\frac{3}{4}$ von der, welche dieselbe Kohlenart in Stücken liefert.

In Bezug der Verwendung eignen sich die mit intensiver Flamme brennenden Schwarzkohlen mehr für Flammenfeuer, Braunkohlen aber, wenn der Gehalt an Schwefelkies nicht nachtheilig ist, für solche Feuerungen, wo sonst auch Holzkohle verwendet wird (besonders für Kalk- und Ziegelbrennereien, Zimmeröfen u. s. w.). Schwarzkohlen müssen hiebei öfters aufgebrochen werden, um den Luftzug herzustellen, der durch die zusammenbackende Masse verringert wird. Die Flamme der Steinkohlen kann vermehrt, und auf größere Entfernung gebracht werden, wenn man unter den Rost Wasser stellt, welches durch die strahlende Wärme

und durch hineinfallende kleine Kohlen verdampft und bei seiner weiteren Zersetzung Wasserstoffgas liefert.

Holzkohlen. Die Verwendung der Holzkohle als Brennmateriale findet vorzüglich da statt, wo die entwickelte Wärme unmittelbar auf die nächste Umgebung und in einem verhältnißmäßig kleinen Raume wirken soll. Die harten Kohlen haben hiebei den Vorzug vor den weichen (von den Holzarten, von denen sie abstammen, so genannt), weil die ersteren bei demselben Raume mehr Masse haben, und daher auch größere Hitze erzeugen (1 Kb.' harte Kohlen wiegt zwölf, 1 Kb.' weicher acht Pfund. Das Gewicht eines Maßes der Kohlen verhält sich bei Anwendung ganz kleiner, mittlerer oder großer Stücke wie 72:61:58). Kohlen, selbst aus derselben Holzart, sind auch nach der Art der Verkohlung verschieden; im Ganzverschlossenen dargestellte Kohle ist härter, fester und braucht einen stärkeren Luftzug, als Meilerkohle, die sich leichter entzündet und fortbrennt. Das wärmegebende Vermögen der Holzkohle ist nach dem Vorigen durch 73 ausgedrückt, die strahlende Wärme beträgt $1/3$ der ganzen Menge.

Coaks. Die Coaks sind verschieden, je nachdem sie aus Braun-, Schwarz- oder Sinterkohle erhalten sind. Außer einem großen Aschengehalte unterscheiden sie sich in ihrer chemischen Beschaffenheit nicht von der Holzkohle; sie haben nur ein dichteres Gefüge, enthalten unter gleichem Volum mehr Kohlenstoff als diese, und erregen daher bei einem verhältnißmäßig verstärkten Luftzuge eine größere Hitze. Die Heizkraft guter Coaks kann durch 65 ausgedrückt werden.

Torf und Torfkohle. Der Torf verbrennt bei gewöhnlichem Luftzuge langsam und gibt daher eine allmäliche, gleichförmige Hitze; unter verstärktem Luftzuge eignet er sich (im völlig trockenen Zustande) auch gut für Flammenfeuer. Die Qualität hängt vorzüglich von der mehr oder weniger geringen Beimischung erdiger Theile ab, deren Menge bei manchen Arten bis auf ein Drittheil, bei anderen kaum 3 Procente ausmacht. Die Kohle desselben kommt mit der Holzkohle überein, deren Heizkraft sie auch hat, wenn man die erdigen Theile dabei in Abschlag bringt.

B. Zersetzung organischer Körper durch Gährung.

575. Diejenige Zersetzung organischer Körper, welche nicht durch besonders erhöhte Temperatur (wie in den beiden Fällen des vorhergehenden Artikels), auch nicht durch Anwendung anderer, meistens die Zerlegung bewirkender Substanzen (wie bei den verschiedenen chemischen Processen) hervorgerufen wird, sondern nur durch äußere nicht besonders beachtete, vor-

züglich atmosphärische Einflüsse erfolgt, pflegt man Gährung und in so ferne die Ursachen dieser Einflüsse, Luft und Wasser, als allgemein verbreitet, vernachlässiget werden, freiwillige oder Selbstentmischung zu nennen.

Man unterscheidet meistens drei Arten der Gährung, nämlich die geistige oder Weingährung, saure oder Essiggährung und faule Gährung oder Fäulniß.

1. Geistige Gährung.

576. Geistige Gährung, Weingährung ist derjenige Proceß, durch welchen ein deren fähiger Zucker in Alkohol und Kohlensäure umgewandelt wird. Die Bedingnisse hiezu sind:

a. Gährungsfähiger Zucker, wie er als Rohr-, Krümmel- oder Schleimzucker in den zuckerigen Obstsäften oder im Honig wirklich präformirt enthalten ist, oder erst später gebildet wird, z. B. in Stärkemehl und Diastase enthaltenden Substanzen.

b. Ferment oder eine stickstoffhaltige organische Substanz, als: Kleber, Eiweiß u. dgl. Reiner Zucker in Wasser gelöst, gährt nicht, setzt man aber Ferment zu, so erfolgt die obgenannte Entmischung des Zuckers. Den süßen Pflanzensäften ist eine die Gährung einleitende stickstoffhaltige Substanz schon von Natur aus im Kleber beigegeben, welcher durch den Sauerstoff der Luft befähiget wird, gleich dem ausgebildeten Fermente zu wirken, und man setzet nur noch Ferment zu, theils um in gewissen Fällen den abgängigen Kleber zu ersetzen, theils um die Wirkung des vorhandenen zu beschleunigen. — Das Ferment muß in hinlänglicher Menge vorhanden sein, indem es nur eine bestimmte Quantität von Zucker (verschieden nach dessen Natur) in Alkohol umzuwandeln im Stande ist, wonach seine gährungerregende Eigenschaft verschwunden ist, und der Rest des Zuckers unverändert bleibt.

c. Wasser. Das Wasser muß in einem bestimmten Verhältnisse zum Zucker vorhanden sein. Eingedickter Traubensaft gährt nicht; man dickt sogar Pflanzensäfte mit Zucker versetzt ein, um die Gährung zu hindern. Eine sehr concentrirte Zuckerlösung beginnt wohl zu gähren, doch hebt der sich bildende Alkohol bald die gährungerregende Eigenschaft des Fermentes auf. Umgekehrt, ist die Wassermenge zu groß, im Verhältnisse zum Zucker, so schreitet die Gährung nur langsam vor und geht leicht in die saure über.

d. Temperatur zwischen 12 und 20°. Bei 0° findet keine Gährung statt, unter 12° geht sie nur langsam vor sich, hingegen über 20° wird sie so stürmisch, daß sie leicht in die saure übergeht. Dabei muß bemerkt werden, daß die Gährung sich um so günstiger stellt, je gleichförmiger die Temperatur der gährenden Flüssigkeit ist; woher es auch kommt, daß bei größeren Massen der Erfolg sicherer verbürgt werden kann, da dieselben unabhängiger vom äußern Temperaturwechsel bleiben können, als kleine Mengen.

e. Zutritt von atmosphärischer Luft. Bei wirklich entwickeltem Fermente ist derselbe nicht nothwendig, wohl aber bei Flüssigkeiten, denen nur Kleber u. dgl. beigemischt ist, welcher erst, wie schon oben bemerkt wurde, durch den Sauerstoff der Luft die Gährung bewirkende Kraft erhält. Uebrigens reicht auch in diesem Falle eine sehr kleine Menge von Sauerstoff zu Anfang des Processes hin, dem Kleber die Eigenschaft des ausgebildeten Fermentes zu ertheilen.

Das Ferment, die Hefe, welches man ziemlich rein als Niederschlag bei der Gährung der Würze, d. i. einer klaren Malzinfusion erhält, bildet eine gelblich graue Masse, die weder Geschmack noch Geruch hat, und im Wasser nur zu $\frac{1}{400}$ löslich, im Alkohol aber ganz unlöslich ist. In diesem Zustande geht es an der Luft leicht in Fäulniß über, wobei es den Geruch nach altem Käse entwickelt; zu einer durchscheinenden hornartigen Masse eingetrocknet, fault es zwar nicht, besitzt aber auch nicht mehr die gährungerregende Kraft. Am besten läßt sich das Ferment, vom überflüssigen Wasser durch Auspressen befreit und mit Zucker abgerieben, zu einem künftigen Gebrauche an einem trockenen Orte aufbewahren. — Durch Auswaschen mit kaltem Wasser verliert das Ferment von seiner Wirksamkeit, bei weitem mehr aber durch Kochen mit Wasser, durch gänzliches Austrocknen, durch Alkohol, durch Säuren, selbst vegetabilische und durch Alkalien; auch Salze nehmen demselben diese gährungerregende Eigenschaft; eine gleiche Wirkung bedingen Schwefel, schweflige Säure, schwefelhaltige ätherische Oehle, z. B. Senföhl, und andere bittere aromatische Substanzen.

577. Unter den vorgenannten Bedingungen tritt die Gährung in sehr kurzer Zeit ein. Die vorher klare Flüssigkeit, z. B. ausgepreßter Saft, trübt sich, indem sich ein Theil des Fermentes in starrer Form ausscheidet, und es entwickeln sich unzählige Bläschen von kohlensaurem Gase, während sich zugleich die Temperatur erhöhet. Die ausgeschiedenen starren Theilchen werden von dem anhängenden, zu größeren Blasen sich vereinigendem kohlensauren Gase mit in die Höhe gerissen, sammeln sich an der Oberfläche und bilden eine schwimmende Kruste, die wegen der Zähflüssigkeit, in Folge des Zuckergehaltes u. s. w., nur mühsam von dem

Gase durchbrochen, als Schaum aufgetrieben, und selbst zum Theil aus dem Gefäße gehoben wird. Durch das Niedersinken der Theile, wenn sich die Gasblasen losgerissen haben oder zerplatzt sind, so wie durch ihr wiederholtes Aufsteigen entsteht eine Bewegung in der ganzen Masse, wodurch alle Theile des flüssigen mit dem wirksamen Fermente in Berührung kommen; zugleich ist ein Zischen und Brausen in der Flüssigkeit wahrzunehmen. Endlich hört dieses Brausen auf, die Kruste sinkt ein, die Flüssigkeit fängt an sich zu klären, hat dann größtentheils ihren süßen Geschmack verloren, dafür aber einen geistigen Geruch und Geschmack erhalten. — Die Producte des Gährungsprocesses sind Alkohol und kohlensaures Gas.

Welche Umwandlung das Ferment durch die Gährung erleide, ist nicht hinlänglich genau bekannt; daß jedoch eine solche statt findet, zeigt sich in dem Verluste der gährungerregenden Eigenschaft, wie schon oben bemerkt wurde, vorausgesetzt, daß nicht mehr als die gerade nothwendige Menge zugesetzt war. Nach Einigen soll die zurückbleibende fermentähnliche Substanz keinen Stickstoff mehr enthalten, und dieser an Wasserstoff gebunden, als Ammoniak in der Flüssigkeit vorhanden sein. Dagegen wird der die Stelle des Fermentes vertretende Kleber, Eiweißstoff u. s. w., welchen die Substanz schon von Natur aus enthielt, durch die Gährung in Ferment verwandelt. Da dasselbe gewöhnlich in größerer Menge erscheint, als zur Vollendung der Gährung nothwendig ist, so hat auch noch ein großer Theil die gährungerregende Eigenschaft für künftige Verwendung. Weder Kohlensäure noch Alkohol sind in Zucker präformirt, als Radicale vorhanden. Wäre das erste, so könnte Zucker mit Salpetersäure nicht Oxalsäure geben, da eine solche Reduction der Kohlensäure nicht möglich ist; wäre das letztere, so müßte Zucker mit Säuren Aether geben, was ebenfalls nicht der Fall ist.

Die bereits eingetretene Gährung läßt sich mäßigen, oder ganz unterdrücken durch Sieden der Flüssigkeit, dann durch alle jene Mittel, welche dem Fermente das gährungerregende Vermögen benehmen, endlich auch durch die Entfernung des Fermentes selbst; daher das Kochen des Mostes, wodurch der als Ferment dienende Stoff gerinnt, und sich durch Abschäumen oder Durchseihen entfernen läßt; das Schwefeln oder Einschlaggeben, wobei durch das schwefligsaure Gas des verbrennenden Schwefels die atmosphärische Luft aus dem Fasse entfernt, und das Ferment ganz oder zum Theil getödtet wird; Zusatz von schwefelhaltigem Oehle, Senföhl u. dgl. (Most mit Wermuth und Senfmehl); Abscheidung der Hefe durch Filtriren der Flüssigkeit noch vor beendeter Gährung, wodurch man derselben noch einen Antheil Zucker erhalten kann.

578. Pflanzensäfte aus Weintrauben, Aepfeln, Johannisbeeren u. s. w. (Most), welche von selbst in die geistige Gährung übergehen, nennt

man nach Ablagerung der Hefe, Weine (Cider). — Eine Honigauflösung mit aromatischen und gewürzhaften Pflanzen, allenfalls mit etwas Malz versetzt, dann durch Ferment in Gährung gebracht, liefert den Meth. — Eine Infusion aus gekeimter Gerste, Malz, mit Hefe versetzt, daß nicht der ganze Zuckergehalt in Alkohol verwendet wird, gibt das bekannte Getränke Bier. Die gegohrene Flüssigkeit enthält außer Alkohol und Zucker auch Dextrin, Pflanzenleim und, wenn Hopfen angewendet wurde, den bittern Extractivstoff desselben (Lupulin genannt). — Die erwähnten geistigen Flüssigkeiten werden nach dem Klären, so wie sie sind, genossen, von andern wird aber nur der durch Destillation abgeschiedene, mehr oder weniger Wasser enthaltende Alkohol sowohl als Getränke, als auch zu andern Zwecken verbraucht, nämlich: Kirschengeist aus gegohrenen Kirschen, Slivowitzer aus Pflaumen, Taffia aus Zuckerrohrsaft, Rhum aus Zuckersirup, Rack oder Arack aus Reiß, endlich gemeiner Branntwein und der daraus hervorgehende Weingeist, Alkohol, aus gegohrener Korn- oder Erdäpfelmaische.

579. Zur Darstellung des Alkohols wird geschrotenes Korn oder Kartoffeln unter Zusatz von Malz eingemaischt, d. i. mit einer hinlänglichen Menge Wasser angemacht, und damit an einem warmen Orte einige Zeit stehen gelassen, sodann entweder die daraus erhaltene Würze oder die ganze Maische mit Hefen versetzt und der geistigen Gährung überlassen, worauf der Branntwein abdestillirt wird. Im letzteren Falle, wo die gegohrene Maische der Destillation unterworfen wird, ist die gehörige Vorsicht nothwendig, daß dieselbe nicht anbrenne, wodurch das Destillat einen üblen Geruch und Geschmack erhält. Durch eine Wiederholung der Destillation (Läuterung, Rectification) wird das Destillat farbloser, geistiger und von besserm Geschmacke (Weingeist, Alkohol). Wasserfrei kann jedoch der Alkohol auf diesem Wege nicht erhalten werden, sondern man entreißt demselben das noch zurückbehaltene Wasser durch einen hygroskopischen, sonst keine Einwirkung ausübenden Stoff. Zu diesem Zwecke wird der durch Destillation erhaltene, stärkste Alkohol mit frisch geglühtem, gröblich zerstoßenem Chlorcalcium gemengt und der Destillation unterworfen.

Branntwein kann auch aus Weintrestern, Weinlager und selbst aus Wein (Franzbranntwein) dargestellt werden. — So wie der Kirschengeist, in minderem Grade der Slivowitzer, durch die in den Kernen des verwendeten Obstes enthaltene Blausäure einen besondern Geruch hat, so zeigt auch Korn-, Kartoffel- und Weintresterbranntwein in Folge eines, den verwendeten Substanzen eigenen ätherischen Oehles, Fuselöhl, einen eigenthümlichen Geruch, Fuselge-

ruch. Um den Branntwein von demselben zu befreien, wird unter andern Mitteln gut ausgebrannte Kohle (Blutkohle) empfohlen, mit welcher derselbe öfter geschüttelt und dann davon abdestillirt wird.

Man unterscheidet im gewöhnlichen Leben, wie auch in der Chemie, Pharmacie, folgende durch die wiederholte Rectification erhaltene Sorten von Weingeist: Lutter, meistens mit Fuselöhl überladen; dessen Dichte ist 0.975 (13½° Beaumé) bei einem Gehalte von 20 Procent absoluten Alkohols dem Volumen nach. — Branntwein; dessen Dichte ist 0.950 bis 0.900 (18 bis 26° B.) bei einem Gehalte von 45 bis 65 Procente. — Weingeist in der Dichte von 0.900 bis 0.825 (26 bis 40° B.) und einem Gehalte von 65 bis 92 Procente, wobei er auch rectificirter und höchst rectificirter Weingeist heißt. — Alkohol, durch Destillation unter einem Zusatz eines Entwässerungsmittels erhalten; seine Dichte geht bis 0.791 (47° B.), wo er absoluter Alkohol heißt.

580. Der absolute Alkohol, $C^4H^6O^2 = 4CH + 2\dot{H}$, ist farblos, dünnflüssig, riecht und schmeckt durchdringend geistig, dabei brennend scharf, welch letzteres von der Eigenschaft herkommt, Wasser anzuziehen und es den organischen Gebilden zu entziehen, und dieses bis zu dem Grade, daß sie absterben können, daher er im Uebermaß genossen auch den Tod herbeiführen kann; er kocht bei 62.7°, ist aber noch nicht zum Gefrieren gebracht worden. — Alkohol verdampft schnell, entflammt in der Nähe eines brennenden Körpers; er zieht ferner Wasser aus der Luft an, und muß daher in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden. Mit Wasser läßt er sich in jedem Verhältnisse verdünnen, unter Raumverminderung und Wärmefreiwerden.

Der Alkohol hat in der Chemie und Pharmacie in sehr vielen Fällen Anwendung als Auflösungsmittel vieler Stoffe, als Trennungsmittel, zur Bereitung von Tincturen, ferner zur Darstellung der Aetherarten, zur Auflösung der Harze; der Weingeist als Brennmateriale für Theemaschinen, in der Feuerwerkerei zum Anmachen des Brandelsatzes, zur Tischlerpolitur u. s. w.; als Branntwein zur Schnellessigfabrication, nebst dem in verdünntem Zustande als leider zu viel überhandnehmendes Getränke, sowohl im rohen Zustande als im veredelten; über gewürzhafte Substanzen abdestillirt und mit Zucker versüßt, Rosoglien, Liqueure.

581. Bemerkenswerth ist die Einwirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol; das Product hievon ist Aether (Schwefeläther). Der Aether ist eine sehr flüssige, sehr leicht entzündliche Flüssigkeit, von der Dichte 0.71, von durchdringendem, nicht unangenehmen Geruch. Der Siedpunkt fällt auf 28°, er bringt durch sein Verdampfen große Kältegrade her-

vor. Der Aether ist ein Auflösungsmittel von Jod, Brom und vielen organischen Substanzen. — Aehnliche flüchtige Flüssigkeiten von besonders starkem Geruche gehen durch die Einwirkung anderer Säuren aus dem Alkohol hervor, z. B. Salpeteräther, Salzäther, Oxaläther, Essigäther u. s. w. bei Anwendung von Salpetersäure, Salzsäure u. s. w.

Die genannten und noch viele andere hieher gehörige Verbindungen stellen sich bei näherer Untersuchung als binäre Verbindungen, eines als zusammengesetzten Radicals aufgestellten, aber noch nicht isolirten Stoffes, Aethyl, mit einem andern Radicale oder des Aethyloxyds mit einer Säure dar; so sind von den vorgenannten Aetherarten der Salzäther ein Aethylchlorür, Salpeteräther aber ein salpetrigsaures Aethyloxyd u. s. w., eine Ansicht, die in der Einleitung (471.) bereits angedeutet wurde. Aether (Schwefeläther) selbst erscheint hienach als Aethyloxyd, Alkohol als Aethyloxydhydrat.

2. Saure Gährung.

582. Saure oder Essiggährung ist die Oxydation des Alkohols in weingeistigen Flüssigkeiten durch den Sauerstoff der Atmosphäre. So wie nur Zucker durch die geistige Gährung in Alkohol übergehen kann, so bildet sich auch nur aus weingeisthaltenden Flüssigkeiten Essig. Es ist übrigens nicht unmittelbar die Gegenwart von Alkohol in einer Flüssigkeit nothwendig, gerade wie dort nicht das Vorhandensein von Zucker unumgänglich erforderlich war; sondern es genügt das Dasein solcher Substanzen, welche im Stande sind, in die geistige Gährung überzugehen. So kann Stärke und Kleber in Zucker, dieser sodann unter Bildung von Kohlensäure in Alkohol, und endlich Alkohol durch Oxydation in Essigsäure umgewandelt werden.

Zuweilen wird die Alkoholbildung in einer zuckrigen Flüssigkeit nicht bemerkt; dieses ist der Fall, wenn jeder kleinere Theil des gebildeten Alkohols sogleich bei seiner Entstehung zu Essigsäure oxydirt wird, so daß sich nie eine bemerkbare Menge des ersteren ansammeln kann; daß es sich wirklich so verhalte, beweiset die gleichzeitige Entwicklung von kohlensaurem Gase, was bei einer Flüssigkeit, die reinen Alkohol enthält, nicht der Fall ist.

Zur Essiggährung ist, so wie zur Weingährung ein Ferment erforderlich, das in einem stickstoffhaltigen Körper, z. B. Kleber, Eiweiß u. s. w. gegeben wird, kann aber auch durch eine kleine Menge von Essig oder einer andern Pflanzensäure vertreten werden. Im Sauerteige und in der Essigmutter ist nur der enthaltene Essig das Wirksame, welches die saure Gährung einer andern Substanz einleitet; gut ausgewaschene Essigmutter ist ohne alle Wirkung.

Außer dem Alkohol und dem Fermente sind zur sauren, so wie zur geistigen Gährung nachfolgende Bedingungen nothwendig: a. Zutritt der atmosphärischen Luft während des ganzen Processes, da die saure Gährung, die Oxydation des Alkohols, nur auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffes vor sich gehet. Dieser Proceß wird auch um so mehr beschleuniget, je mehr die Oberfläche der Flüssigkeit vergrößert wird. (Schnellessigfabrication, wovon später.) b. Wasser in hinreichender Menge, denn nur schwache Weine und Branntwein werden sauer. Aus der genannten Ursache wird schwache, d. i. verdünnte Würze auf flachen Kühlschiffen im Sommer so leicht sauer; endlich c. eine Temperatur von 24 bis 28°, obwohl sie auch durch höhere und tiefere nicht ganz unterbrochen wird, daher auch die Localitäten, wo die Säuerung vor sich gehen soll, geheizt werden. — Die Erscheinungen der sauren Gährung sind denen der früheren ähnlich: die Flüssigkeit trübt sich, es bildet sich in derselben eine fadenartige schleimige Materie, an der Oberfläche eine kahmige Haut, die Temperatur erhebt sich dabei. Gleichzeitige Entwicklung von kohlensaurem Gase ist nur, wie schon oben angedeutet wurde, Folge von vorhandenem Zucker, der in die geistige Gährung übergeht. Ist der Proceß zu Ende, so setzen sich die ausgeschiedenen starren Theile als gallertartige Materie, Essigmutter, zu Boden und die Flüssigkeit klärt sich. Die Producte dieser Art Gährung sind Essigsäure und Wasser.

583. Man erzeugt Essig aus Wein, Branntwein, so wie aus jeder gegohrenen weingeisthaltigen Flüssigkeit oder auch nur zuckerhaltigen, als aus Fruchtsäften (Obstweinen), aus aufgelöstem Honig, Stärkezucker, dann aus Rohrzucker, Sirup, Melasse (wozu die Abspülwasser aus Zuckerraffinerien verwendet werden), endlich aus eingemaischtem und in Bier übergegangenem Malz, wonach auch der Essig verschiedene Beinamen erhält.

Nach der ältern Methode dauert die Essiggährung stets mehre Wochen, da die atmosphärische Luft nur mit der Oberfläche der in den Säuerungsgefäßen befindlichen Flüssigkeit in Berührung kommt. Die in neuerer Zeit eingeführte Methode der Schnellessigfabrication, wobei die ganze Gährung in 2 bis 3 Tagen vollendet ist, liefert nicht nur eine schnellere, sondern auch reichlichere Ausbeute. Die Beschleunigung des Processes liegt in diesem Falle vorzüglich darin, daß die Einwirkung der atmosphärischen Luft auf alle Theile der Flüssigkeit möglichst berücksichtiget ist. Zu diesem Zwecke läßt man Branntwein oder eine andere zur Essiggährung bestimmte, und vorher auf 28° erwärmte Flüssigkeit durch die Oeffnungen, welche in dem Boden des damit gefüllten Gefäßes siebartig angebracht

sind, durchtropfen. Das untergestellte Gefäß ist mit (ausgebrühten und mit Essig getränkten) Buchenspänen gefüllt (Essigbilder), wodurch die Oberfläche der ohnedieß in Tropfen durchgehenden Flüssigkeit um so mehr vergrößert wird. Durch seitwärts angebrachte Oeffnungen, so wie durch Glasröhren, die in dem Boden des obern Gefäßes eingesetzt sind, wird ein steter Luftwechsel unterhalten. Ist die Flüssigkeit nach dem ersten Durchgehen nicht hinlänglich gesäuert, so wird sie noch einmal aufgegossen.

Merkwürdig ist die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure durch Platinmohr, wobei sich auch dieser Proceß der Essigbildung auf das reinste ausspricht. Kommt nämlich Alkoholdampf mit atmosphärischer Luft gemengt, mit Platinmohr in Berührung, so erfolgt die Oxydation desselben zur Essigsäure sehr schnell, welch letztere durch die beim Processe statt findende Hitze in Dampfform entweicht, und an der Wand einer darüber gestellten Glasglocke sich verdichtet und in Tropfen herabfließt.

584. Der gewöhnliche Essig ist theils farblos (aus Branntwein), theils gelblich oder gelb (Obst-, Malzessig), auch wohl röthlich, von Farbstoffen mancher Früchte. Außer Essigsäure und Wasser enthält derselbe zuweilen einen kleinen Rückstand von Weingeist (den man auch selbst vorsätzlich zusetzt), ferner Aepfel- und Citronensäure (im Obstessig), Kleber, Schleim, Stärkmehl, Eiweiß (im Malzessig), endlich auch Spuren von Salzen, welche in den angewendeten Stoffen, oder im Wasser enthalten waren. Die Dichte desselben ist von 1.01 bis 1.03; eben so ist Geschmack und Geruch verschiedener Sorten nicht gleich. Zu manchem Behufe wird der Essig der Destillation unterworfen, wozu er mit frisch ausgeglühter, grob gepulverter Holzkohle versetzt wird; Helm und Kühlapparat müssen von Zinn, Glas oder Porcellan sein. Der destillirte Essig ist eine farblose, angenehm riechende Flüssigkeit, deren Dichte nur 1.010 bis 1.015 beträgt. Die ersten Portionen des übergehenden Destillates sind nämlich die schwächsten, werden allmälich stärker, aber auch gegen das Ende brandig, daher man die Operation beenden muß. Der an Essigsäure noch reiche Rückstand wird mit Wasser verdünnt und bei einer andern Destillation zugesetzt. Man kann daher nicht durch Destillation, wohl aber durch Abdampfen bei ganz gelinder Hitze den Essig in etwas concentriren. In größerem Maße kann es durch Gefrieren bewirkt werden, wobei das dann zerfließende Eis ebenfalls schwachen Essig gibt.

Von der Einwirkung der obgenannten Beimischungen rührt das Abstehen oder Schalwerden des Essigs her, welches mit der Fäulniß Aehnlichkeit hat, wodurch die Essigsäure zerstört, und Essigmutter abgesetzt

wird; daher sich Essig um so besser hält (Wein- und Branntweinessig mehr, als Malzessig), je reiner er von jenen Bestandtheilen ist.

Essig, in welchem Pflanzentheile macerirt wurden, und welcher hiedurch mit den auflöslichen Theilen desselben geschwängert ist, nennt man Kräuteressig, so wie den durch Destillation über riechende Pflanzen erhaltenen, aromatischen Essig.

Essig kann mit scharfen Pflanzenstoffen oder mit wohlfeileren Säuren, vorzüglich mit Schwefelsäure (denn Salzsäure und Salpetersäure verrathen sich zu leicht durch den Geruch) verfälscht sein, welche Verfälschungen gegenwärtig wohl nur selten vorkommen möchten. Erstere entdecken sich schon durch den Geschmack, zuverlässiger aber, wenn man den Essig vorsichtig bis zur Sirupconsistenz abdampft, wobei sie zurückbleiben; auch die eigenthümliche Schärfe des mit Alkali neutralisirten Essigs zeigt das Vorhandensein derselben. — Schwefelsäure erkennt man an dem, mittelst eines auflöslichen Barytsalzes bewirkten, in überschüssiger Salpetersäure unlöslichen Niederschlage. Geringe Trübungen können aber nicht eben von Verfälschungen, sondern von einem geringen Gehalte an schwefelsauren Salzen herrühren, welche im Essig oder in den dazu angewendeten Substanzen enthalten waren.

Von der Darstellung der reinen concentrirten Essigsäure, so wie von der Gewinnung des Holzessigs war bereits (145. u. 556.) die Rede.

Nebst der bekannten Verwendung des Essigs in der Kochkunst, dienet derselbe als Auflösungsmittel mancher Substanzen, vorzüglich in der Pharmacie, dann in der Feuerwerkerei zur Bereitung von Anfeuerungen, zum Beizen der Baumwollstoppinen, da Salpeter in demselben nur wenig auflöslich ist.

585. **Brotgährung.** Brot ist dasjenige bekannte Nahrungsmittel, welches aus Getreidemehl und Wasser zu einem Teige geknetet und nach vorläufig eingeleiteter Gährung ausgebacken wird.

Wird Mehl mit lauem oder kaltem Wasser zu einem Teige geknetet, so entstehet, wenn der Teig in einem dünnen Kuchen ausgebreitet ist, hauptsächlich durch die Eintrocknung des im Mehle erhärteten Klebers eine feste hornartige Masse, welche sich schwer im Wasser aufweicht, oder es bleibt, wenn der Teig eine dickere Masse bildet, das Innere desselben roh und unausgebacken. Läßt man aber den gekneteten Teig einige Zeit an einem warmen Orte stehen, so tritt eine gelinde Gährung ein, die allmälich weiter fortschreitet.

Das Mehl bestehet nämlich aus Stärke, Kleber und Schleimzucker (498.). Durch Aufeinanderwirken von Kleber und Zucker in dem mit Wasser angemachten Teige wird die geistige Gährung eingeleitet; nebst dem ist es nicht unwahrscheinlich, daß auch der Kleber auf die Stärke, beson-

ders wenn warmes Wasser zum Anmachen des Teiges genommen wurde, wirket, und eine geringe Menge desselben in Dextrin und Gummi, letzteres zum Theil in Zucker verwandelt. In Folge der eingetretenen Gährung wird Alkohol und kohlensaures Gas gebildet; ersterer verursachet den eigenthümlichen Geruch, der bei der fortschreitenden Gährung bemerket wird, letzteres, das kohlensaure Gas, in dem zähen Teige zurückgehalten, bewirkt das Aufgehen, die Auflockerung des Teiges, indem er mit einer sehr großen Menge nahe an einander liegender, mit Luft gefüllter Höhlungen durchzogen wird, die um so gleichförmiger vertheilt sind, und um so näher liegen, je gleichförmiger dieser Proceß in der ganzen Teigmasse vor sich geht. — Unterbricht man nun diese eingetretene Gährung nicht durch eine höhere Temperatur (durch das Ausbacken), so gehet sie, sobald aller Zucker in Alkohol verwandelt ist, in die saure über; daraus dargestelltes Brot schmeckt sauer, und dieses desto mehr, je weiter man die zweite Gährung fortschreiten ließ. Würde endlich der sauren Gährung nicht Grenze gesetzt, und bliebe der Teig fortdauernd unter den der Gährung günstigen Umständen, so würde er endlich auch noch in die nächst folgende, nämlich in Fäulniß übergehen.

586. Die durch Aufeinanderwirken der Bildungstheile des Mehles eingeleitete Gährung schreitet jedoch zu langsam fort, theils geht sie auch in den einzelnen Theilen des Ganzen zu ungleichmäßig vor sich, als daß auf diese Art eine größere Teigmasse, ohne bereits theilweise eingetretene Säuerung erhalten werden könnte. Um diesem Uebelstande zu begegnen, wendet man ein Ferment an, nämlich in lauem Wasser zerrührten Sauerteig für grobes, Bierhefe für feineres Brot. Das Ferment muß aber auch mit dem Teige so gleichförmig als möglich zusammengeknetet werden, weil nur allein dadurch die Gährung in allen Theilen zugleich erregt, und im gleichmäßigen Gange erhalten werden kann.

Sauerteig ist eine Portion gehörig aufgegangenen Brotteiges, die man bei jedem Backen für das nächstemal zur Seite legt, und der weiteren sauren Gährung überläßt, wodurch der Kleber die Veränderung erleidet, welche ihn zum Fermente geschickter macht. Sollte er nicht bald verwendet werden, so muß man denselben durch Zusatz von frischem Mehl von Tag zu Tag auffrischen.

Der aufgegangene Teig wird mit mehr Mehl zusammengeknetet, und nochmals der Gährung überlassen, was zuweilen noch einmal wiederholt wird. Hierauf wird der Teig in Brote geformt, und diese, nachdem man sie noch einige Zeit gehen ließ, und ihre Oberfläche mit Wasser (feine Sorten mit Eiweiß) bestrichen hat, in dem ungefähr auf 150° geheizten

Ofen gebracht (Einschießen der Brote). Durch die Hitze im Ofen wird nicht nur das Fortschreiten der Gährung unterbrochen, und ein Theil des Wassers im Teige entfernet, wodurch es Consistenz erhält, sondern auch eine weitere Veränderung in den Bildungstheilen des Mehles hervorgerufen. Ein kleiner Theil der Stärke, welche unverändert im Teige vorhanden war, wird durch die Hitze des Ofens geröstet und geht in Gummi über, was vorzüglich an der Rinde der Fall ist, und wodurch auch der Glanz des Brotes bedingt wird; ein geringer Theil derselben, welche mit dem Wasser Kleister bildet, geht durch die im Innern fortdauernde Digestionswärme in Zucker über; der übrige Theil der Stärke und des Klebers bleiben in dem Brote unverändert. — Durch das Backen verliert der Brotteig im Mittel die Hälfte seines Wassers ($^1/_5$ seines Gewichtes), wodurch das ausgebackene Brot noch ungefähr 25 Proc. Wasser enthält.

587. Die Eigenschaften eines guten Brotes ergeben sich aus der bisherigen Darstellung von selbst. Es muß wohl aufgegangen, also verhältnißmäßig zu seinem Umfange leicht, daher mit vielen, aber nicht zu großen, nahe an einander liegenden Augen versehen sein; große Augen trocknen das Brot leicht aus, weil sie die Verdünstung des Wassers begünstigen, wodurch das Brot seine Saftigkeit verliert. Die Rinde des guten Brotes ist eben und glatt, weder zu licht noch zu braun. Die Krume muß ausgebacken sein, ohne daß die Rinde verbrannt ist; sie darf weder zähe sein, noch krümlich, sondern im Drücken elastisch, der Geschmack weder sauer noch bitter; überdieß darf auch nicht der Geschmack nach verdorbenem Mehle vorhanden sein. Brot mit Hefe bereitet, ist am besten unmittelbar nach seinem Erkalten; Brot mit Sauerteig ist besser einen oder einige Tage nach dem Backen, da es die Feuchtigkeit länger an sich hält. Das Roggenbrot ist im Allgemeinen etwas weniger nahrhaft und verdaulich, als gutes Weizenbrot. Aus einem sauren Teige entstandenes Brot ist unangenehm und schwerer verdaulich. In England sucht man die Säuerung des Teiges durch Zusatz von kohlensaurer Bittererde zu verhindern oder zu heben; es ist jedoch besser, durch ein kunstgerechtes Verfahren das Brot ohne Beihilfe fremder Stoffe gut herzustellen. Andere Zusätze, welche man dem Brote, um dessen Qualität zu verbessern, zugemischt hat, wie Alaun, Kupfervitriol (zu $\frac{1}{70000}$ bis $\frac{1}{4000}$), sind der Gesundheit nachtheilig und daher verboten.

Aus dem vorher Gesagten gehet hervor, daß reine Stärke, Erdäpfelmehl, selbst mit Hefe versetzt, niemals einen Teig bilden können, welcher gut aufgehet, weil die minder cohärente und zähe Masse sich nicht aufblähet, sondern das koh-

lensaure Gas ohne Schwierigkeit entweichen läßt, ehe es zu einer Auftreibung kommt. Mehl aus unreifem oder aus verdorbenem Getreide gehet nicht auf, weil der Kleber sich erst beim vollkommenen Reifen ausbildet; dasselbe findet statt bei Mehl aus verdorbenem Getreide, weil das Verderben des Getreides, wie des Mehles, von dem Kleber ausgehet; auch feucht gelegenes oder dumpfig gewordenes Mehl hat schon eine gewisse Veränderung erlitten. — Stärke oder Erdäpfelmehl mit Weizenmehl, welches die größte Quantität an Kleber enthält, gemengt, geben ein sehr schmackhaftes Brot.

Auch in den gekochten und gebackenen Speisen aus angegohrenem Mehlteige sind in der zu ihrem Garmachen angewandten Hitze die Bildungstheile des Mehles so verändert, daß sie als vollkommen nahrhaft und auch verdaulich anzusehen, nicht aber mit dem Mehlkleister zu vergleichen sind, außer es hätte die Hitze nicht hinlänglich bis in das Innere eingewirkt.

588. Der Zwieback ist ein hauptsächlich zum Gebrauche für Schiffs- und Festungsvorräthe bereitetes, so ausgetrocknetes Brot, daß es während der Aufbewahrung nicht mehr dem Verderben ausgesetzt ist. Der Teig wird dazu so fest wie möglich, am besten mittelst einer Maschine oder mit Keulen geknetet, in kleine flache Brote oder Kuchen geformt, die man mit einem spitzigen Eisen mehrmals durchsticht, um das Aufgehen im Ofen zu verhüten, und dann etwa zwei Stunden lang in dem Ofen läßt. Wenn sie aus dem Ofen kommen, der zu diesem Zwecke nicht so stark geheizt wird, wie zum gewöhnlichen Brote, bringt man sie in eine oberhalb des Ofens befindliche Wärmekammer, wo sie völlig austrocknen, so daß sie in ihrem Bruche ein glasartiges Aussehen erhalten. Der Zwieback erhält kein Salz, um das Anziehen der Feuchtigkeit zu hindern, und nicht viel Sauerteig, oder gar keinen, wie der englische, weil man das Auflockern vermeiden will.

3. Faule Gährung.

589. Faule Gährung, Fäulniß im Allgemeinen, ist der letzte Entmischungsproceß organischer Körper, durch welchen sie ihre endliche Zerstörung finden. Die organische Materie nämlich, in welcher die aus der unorganischen Natur genommenen Grundstoffe durch das Band der Lebenskraft in den verschiedenartigsten Zusammensetzungen gehalten werden, wird mit dem Verlöschen dieser Kraft den rein physischen Kräften wieder unterthan; die Elementarbestandtheile gehorchen der unter ihnen bestehenden, wechselseitigen Anziehung und treten in immer einfachere Gruppirungen ihrer Atome zusammen, so daß am Ende vorzüglich nur binäre Verbindungen resultiren, wie sie in der unorganischen Natur einge-

reiht, abgehandelt wurden, als: Wasser, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Ammoniak.

Je nachdem die zu dieser Zerstörung nothwendigen Bedingungen vollkommen oder unvollkommen erfüllt werden, wird dieselbe rasch oder langsamer fortschreiten, wonach sie auch früher mit dem Namen der raschen oder eigentlichen Fäulniß und der langsamen Fäulniß oder Verwesung bezeichnet wurde. — Gegenwärtig unterscheidet man Verwesung, als die Zersetzung feuchter organischer Substanzen unter dem Einflusse des Sauerstoffes der Luft, von der Fäulniß, als derjenigen Zersetzung, welche einmal eingeleitet, durch den reichlichen Wasserzutritt ohne fernere Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes fortschreitet, durch die Einwirkung der Elemente des in der Zersetzung begriffenen Körpers unter sich sowohl, als mit denen des Wassers. Unter Veränderung der äußern Verhältnisse kann ein faulender Körper in Verwesung und ein verwesender in Fäulniß übergehen. Den gemischten Proceß, durch welchen organische Substanzen bei mangelhaftem Zutritte der Luft und des Wassers sich nach Art beider vorerwähnter Processe zersetzen, nennt man auch Vermoderung.

590. Nebst der schon erwähnten Abwesenheit der Lebenskraft sind im Allgemeinen folgende Bedingungen zum Eintritte der Fäulniß nothwendig:

a. Zutritt der atmosphärischen Luft. Die Gegenwart des Sauerstoffes der Atmosphäre ist nach der im Vorhergehenden gegebenen Erklärung zur Verwesung, die als ein langsamer Oxydationsproceß anzusehen ist, unbedingt nothwendig; in Bezug der Fäulniß im engeren Sinne scheint es zwar, daß der Zutritt der Luft nicht nur nicht nothwendig sei, sondern daß er sogar durch Umhüllung mit Wasser verhindert werden müßte; doch lehrt die Erfahrung, daß kein Körper in Fäulniß übergeht, der nicht früher durch eigene theilweise Verwesung, oder durch Berührung mit einer verwesenden Substanz zur Zersetzung disponirt worden wäre. — b. Gegenwart von Wasser. Fäulniß kann nach der gegebenen Erklärung nur bei hinlänglicher Wassermenge statt finden, aber auch bei Verwesung darf es nicht gänzlich entfernt sein, wie es die nachfolgenden Beispiele zeigen, wo gerade mit der Wegschaffung des Wassers sogar das Eintreten dieses Processes aufgehalten wird. — c. Eine Temperatur über dem Gefrierpuncte. Bei und unter diesem Punkte findet keine dieser Zersetzungen statt, erst einige Grade darüber zeigen sich die Spuren derselben; eine Temperatur von 10 bis 30° wirkt bei hin-

länglicher Feuchtigkeit am günstigsten. — d. Berührung mit bereits in Verwesung begriffenen Körpern. So wie die geistige Gährung nur unter Einwirkung eines Fermentes vor sich gehen kann, die saure in jedem Falle durch ein solches eingeleitet werden muß, so wird auch der Eintritt dieses Zersetzungsprocesses eines Körpers durch die Berührung mit einem andern, bereits darin begriffenen, besonders stickstoffhaltigen erleichtert, und einmal eingetreten, schreitet derselbe sodann rasch vorwärts, da diese Bedingung durch die immer wachsende Menge der eigenen Zersetzungsproducte, als begünstigend, vorhanden ist.

Eine Menge stickstofffreier organischer Substanzen unterliegen sogar im reinen Zustande keiner solchen freiwilligen Zersetzung, selbst wenn Wasser und reine Luft hinlänglich zutreten kann, wie starke organische Säuren, Pflanzenbasen, Zucker, Harze, Stärkmehl u. dgl., während sie durch bereits in diesem Processe begriffene Substanzen eben so hervorgerufen wird, wie es mit den beiden erstern Arten der Gährung durch das Ferment der Fall ist, oder wie Stickstoff zur Verbindung mit Sauerstoff disponirt wird, wenn diese beiden Gase, mit Wasserstoff gemengt, von dem elektrischen Funken getroffen werden. — Besonders sind es stickstoffhaltige Substanzen, welche, wenn sie bereits in der Zersetzung begriffen sind, in andern organischen Körpern so leicht den Eintritt einer gleichen Metamorphose hervorzurufen vermögen. Stickstoffhaltige Körper sind auch diejenigen, welche schon für sich allein sehr zur Zersetzung geneigt sind, theils weil ihre Zusammensetzung meistens complicirter ist, und daher die große Anzahl der locker zusammengehaltenen Molecule leichter einem Anlasse zur Veränderung der gegenseitigen Lage folgt, theils weil die wechselseitigen Anziehungen unter den Elementen noch mannigfaltiger sind, als bei stickstoffreien Körpern. Nebstbei sind viele der stickstoffhaltigen Körper, wie Fleisch, Eiweiß, Urin u. dgl., Gemenge mehrer Bildungstheile, so daß in ihnen um so leichter die mannigfachen Verwandtschaften der verschiedenartigen, zusammengesetzten und einfachen Grundlagen rege werden müssen. Aus gleicher Ursache sind auch Flüssigkeiten, welche mehr als eine organische Substanz und namentlich stickstoffhaltige aufgelöst enthalten, um so geneigter zur Verwesung und Fäulniß.

591. Umgekehrt, werden die vorangeführten Bedingungen von einem organischen Körper entfernt gehalten, so wird derselbe auch vor der Zerstörung auf diesem Wege geschützt. Danach gibt es folgende Mittel, organische Substanzen vor der Fäulniß zu bewahren:

a. Abhaltung des Luftzutrittes. Dieses wird auf mannigfache Weise mehr oder minder vollkommen, nach Art der aufzubewahrenden Substanz ausgeführt, z. B. Eier werden mit Wachs, Firniß, Kalkbrei überzogen, wodurch die Poren, durch welche die Luft eindringt, verstopft werden; Speisen, vegetabilische und thierische Stoffe, werden unter Wasser gelegt, wo sie sich länger halten, als frei an der Luft liegend, oder Fleisch wird in ausgekochtes Wasser gegeben und mit einer Schichte Oehl bedeckt; dieses ist um so mehr der Fall, wenn Substanzen hinzugegeben werden, welche Sauerstoff absorbiren, z. B. Eisenfeilspäne, Schwefelblumen u. s. w. Fleisch erhält sich ferner unverdorben, wenn es in ein Gefäß luftdicht eingeschlossen wird, in dem Schwefel verbrannt wurde. (Auch andere Gase wirken auf gleiche Art.) Einpacken in Kohlenpulver, das nicht nur die Luft abhält, sondern sich auch mit Sauerstoff zu verbinden im Stande ist.

Hierauf beruht Appert's Methode, nach welcher man ein Gefäß mit der aufzubewahrenden Substanz, Fleisch, Milch, Gemüse, wie grüne Erbsen u. dgl. füllt, die Mündung luftdicht verschließt, und dann durch einige Zeit (½ bis 1 Stunde) im Wasserbade erhitzt, wodurch der Sauerstoff im Gefäße, von der eingeschlossenen Substanz absorbirt wird. Flüssige Substanzen läßt man in dem Gefäße, ehe man es schließt, eine Zeit lang kochen; hiedurch wird die Luft ausgetrieben und Concentration, d. i. Wasserentziehung, bedingt. Dieses Verfahren hat den Vortheil, daß die Nahrungsmittel, die sich auf diese Art aufbewahren lassen, ihren natürlichen Geschmack und die ihrem frischen Zustande eigenthümliche Beschaffenheit behalten; es macht jedoch andere Verfahrungsarten in besondern Fällen, wie bei der Proviantirung auf Schiffen, nicht überflüssig, da es kostspieliger ist, und nebstbei mehr Sorgfalt und Raum zur Aufbewahrung erfordert.

b. Entfernung des Wassers. Wasser kann durch bloßes Trocknen an der Luft, oder in gelinder Wärme, in manchen Fällen durch wasseranziehende Körper entfernt werden. — Rosinen, Feigen, Pflaumen u. s. w. werden getrocknet, und dann fest zusammengepreßt verpackt, um die Luft dazwischen nach Möglichkeit herauszupressen, und nur eine kleine Oberfläche darzubieten. Eben so muß Getreide getrocknet werden, wenn es feucht eingeerntet worden ist, desgleichen Gras, Kräuter u. s. w. — Das Fleisch der Thiere hält das in den eiweißartigen Säften gebundene Wasser stark an sich, und das bloße Austrocknen würde nur unter sehr günstigen Umständen der schnell eintretenden Fäulniß voreilen können. Man salzt daher das zu trocknende Fleisch zu diesem Zwecke ein, wozu das

Bestreuen und Einreiben mit Kochsalz, dem mitunter etwas Salpeter, $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{20}$, auch Zucker zugesetzt wird, dienet. Die Wirkung des Salzes ist hier in der Art, daß sie, indem sie zu ihrer Auflösung Wasser aufnehmen, die wässerige Auflösung des Eiweißes concentriren, und sowohl durch diese Verdickung, als durch die Umwandlung der wässerigen Flüssigkeit in das der Gährung minder günstige Salzwasser, die Fäulniß hintanhalten; gleichzeitig wirkt der Umstand, daß die in den thierischen Theilen enthaltene Luft entfernt wird, indem die Salzauflösung an deren Stelle tritt; daher trocknet das vorher gesalzene Fleisch an der Luft viel schneller und ohne Zersetzung, als das frische, ungesalzene. — Das Trocknen des Fleisches wird durch vorhergehendes Behandeln mit heißem Wasser befördert, wodurch Gerinnung des Eiweißes und Abscheidung des Wassers von demselben bewirkt, so wie die fermentartige Wirkung des erstern getödtet wird.

Auf gleiche Weise wirkt Alkohol. Aufbewahren von Früchten in Rhum u. s. w., wobei aber die Flaschen luftdicht verstopft werden müssen. (Aufbewahren zoologischer und anatomischer Präparate in Alkohol, der sich hiebei zwar wässert, und daher, so lange dieses geschieht, mit frischem gewechselt werden muß.) Ferner Zucker, worauf das Einmachen von Pflanzensäften beruht; derselbe muß in solcher Menge zugesetzt werden, daß das Wasser derselben nur hinreicht, ihn in einen dicken Sirup zu verwandeln. Hieher gehört auch die Aufbewahrung von Häuten mittelst Alauns, Vitriols und anderer Salze; Anwendung des Alauns in der Weißgerberei. — Getrocknete Stockfische, eingesalzene Häringe, getrockneter Leim, Hausenblase, Cochenille sind weitere, hieher gehörige Beispiele; Cadaver in trockenem Sande heißer Länder werden zu Mumien. Kaffeebohnen und andere Samen enthalten schon von Natur aus so wenig Wasser, daß sie selbst an mäßig trockenen Orten aufbewahrt werden können u. s. w.

c. Erniedrigung der Temperatur. Nutzen der Eiskeller, um Fleisch, Milch, Getränke, Gemüse im Sommer aufzubewahren; ähnliche, aber nicht so kräftige Wirkung haben Felsenkeller, überhaupt tiefe Keller, die wenigstens das Eintreten der Fäulniß verzögern. Darauf beruht die Aufbewahrung von Leichen an Orten, wo constant niedere Temperatur herrscht (im Kloster auf dem St. Bernhardsberge, 7668 Par.Fuß über der Meeresfläche), die Erhaltung von Cadavern im Schnee u. s. w. In den Eisbergen der Polarländer hat man Thierleichen ohne Veränderung gefunden, die Jahrtausende mögen eingeschlossen gewesen sein.

d. Entfernung oder Zerstörung der stickstoffhaltigen, fermentartig wirkenden Theile. Auf diese Art wirkt wenigstens

für eine gewisse Zeit verzögernd ein starker Luftzug, ein steter Luftwechsel, der die gasförmigen Producte der etwa schon eingetretenen Zersetzung entfernt; so hängt man z. B. Wild, dessen Fleisch man durch die beginnende Zersetzung erst mürbe werden läßt, an die Luft, an einen schattigen Ort, wo die Fäulniß nicht so rasch vorwärts schreitet, als im Keller. Aufhalten kann man jedoch auf diese Art den Proceß nicht, wenn nicht zugleich andere Mittel ergriffen werden. — Frisch ausgeglühte Kohlen mögen auf dieselbe Art wirken. Zerstörenden, zersetzenden Einfluß auf die Producte der Fäulniß, sowohl auf die luftförmigen als tropfbaren, üben Chlor, Chlorkalk u. s. w. aus, und sind, da sie auch directe auf die organischen Körper wirken, im Stande, den Eintritt der Fäulniß aufzuhalten, und die begonnene selbst zu beschränken und aufzuheben, gerade wie das schwefligsaure Gas bei der geistigen Gährung. (Aufbewahrung von Leichen durch mehre Tage, welche mit einer Auflösung von Chlorkalk gewaschen, und in darein getauchte Tücher eingeschlagen werden.)

Hieher gehöret ferner die große Zahl der specifisch fäulnißwidrig oder antiseptisch wirkenden Stoffe, welche in abgestorbenen thierischen Theilen diejenigen Substanzen unfähig machen, in Fäulniß überzugehen, welche sonst zuerst von der Fäulniß ergriffen werden, und diese dann auf die übrigen festen oder fasrigen Theile übertragen. So ist z. B. das Eiweiß in thierischen (auch vegetabilischen) Stoffen diejenige Substanz, welche zunächst diese Zersetzung erleidet, was nicht der Fall ist, wenn es im coagulirten Zustande sich befindet. Sobald daher in den Säften, welche die thierischen Theile erfüllen, das Eiweiß zum Gerinnen gebracht wird, so kann das nicht mehr fest gehaltene Wasser schneller verdünsten, wodurch die mit festem Eiweiße verbundenen Fasern an der Luft leicht austrocknen, und eine Zersetzung nicht mehr Platz greifen kann. Das Eigenthümliche der Wirkungsart der verschiedenen antiseptischen Mittel ist jedoch nicht hinlänglich genau gekannt, wie z. B. die Wirkung der stärkern Mineralsäuren, auch Pflanzensäuren (antiseptische Wirkung der Gerbsäure auf thierische Häute, die dadurch zu Leder werden). Die ausgezeichnetste Wirkung dieser Art leistet der Holzessig durch das in ihm enthaltene Kreosot. Dasselbe antiseptische Princip ist auch im Rauche vom verbrennenden Holze das Wirksame, nämlich Holzsäure mit dem Gehalte von Kreosot (Räuchern des Fleisches), ferner in einem Aufgusse von Glanzruß, womit man das Fleisch wäscht. Reiner Essig übt ebenfalls, aber nur im geringeren Grade, eine fäulnißwidrige Wirkung. Hieher gehören ferner Erden- und Metallsalze, indem sich ihre Grundlagen mit dem Eiweiße zu einer

auflösbaren Verbindung vereinigen; alkalische Salze, wie Kochsalz, Salmiak, Salpeter, Weinstein, wirken in minderem Grade und indirecte (nach der obgenannten Weise durch Wasserentziehung). Unter den Erdensalzen ist am wirksamsten der Alaun (30mal stärker als Kochsalz, 7 bis 8mal so stark als Salpeter). Von den Metallsalzen gehört hieher schwefelsaures Eisenoxydul (Vitriol), salzsaures Zinnoxydul (Zinnsalz), salpetersaures Silberoxyd (in 500 Thln. Wasser). Salze der Alkalien mit arseniger und Arsensäure, Quecksilbersublimat. Die arsenige Säure bedingt nicht nur bei thierischen Substanzen, die damit behandelt, sondern auch bei Thieren und Menschen, die dadurch getödtet wurden, eine eigenthümliche Austrocknung, Mumificirung, bei welchen sich nur ein geringer fauliger, knoblauchartiger Geruch verbreitet. Eine Auflösung von 31 Thln. arseniger Säure in 8000 Thln. Wasser genügt die Fäulniß zu verzögern und selbst zu verhindern. — Quecksilbersublimat in Alkohol gelöst zum Einbalsamiren der Leichname. — Endlich haben auch noch ätherische Oehle, Kampher (Gewürze, Spezereien), fäulnißwidrige Kräfte.

592. Die Erscheinungen dieses Zerstörungsprocesses, so wie die Art und Menge der Zersetzungsproducte organischer Körper sind verschieden, sowohl nach Verschiedenheit der Zusammensetzung einer jeden organischen Substanz, als auch nach den Verhältnissen, unter denen der Proceß selbst vor sich gehet.

Wenn stickstofffreie Körper sich zu zersetzen beginnen, so absorbiren sie Sauerstoffgas aus der Atmosphäre, wodurch Wasser gebildet wird; gleichzeitig aber treten der Kohlenstoff und Sauerstoff des Körpers zu Kohlensäure zusammen. — Kann der Sauerstoff der Luft nicht an allen Punkten in ungehinderte Wechselwirkung mit den Bestandtheilen des organischen Körpers treten, wie es insbesondere bei der eigentlichen Fäulniß der Fall ist, so theilt sich der Kohlenstoff desselben in den Sauerstoff und Wasserstoff, sowohl des faulenden Körpers als des vorhandenen Wassers, das hiebei zersetzt wird, und es erzeugt sich nebst Kohlensäure auch Kohlenwasserstoffgas im Minimum des Kohlenstoffes; als Rückstand bleibt eine schwarzbraune pulverförmige Masse, Humus. Auf diese Weise findet die Zersetzung der Holzfaser und anderer stickstofffreier Pflanzenstoffe, sowohl durch Fäulniß als Verwesung statt.

Bei diesem Processe findet oft in Folge der Sauerstoffabsorption eine Temperaturerhöhung statt, die unter günstigen Umständen bis zur Selbstentzündung sich steigern kann, wie es schon oft bei feuchtem Heu, das in Haufen zusammengeschichtet wurde, beobachtet werden konnte.

Befinden sich die Pflanzenstoffe unter Wasser versenkt, so werden zuerst ihre extrahirbaren Theile aufgelöst; diese verschlucken den Sauerstoff, mit welchem sie in Berührung stehen und entmischen sich dadurch, während die im Wasser unlöslichen Theile vorläufig unzersetzt bleiben, bis endlich auch die Reihe an diese kommt; die Zersetzung geht jedoch in diesem Falle unter fortwährender Bildung von Kohlenwasserstoffgas (Sumpfluft) sehr langsam vor sich, wie es eingerammte Pfähle von mehr als einem Jahrtausend beweisen. Als Ueberrest bleibt auf dem Boden der Gewässer in Folge fortdauernder Zerstörung von Pflanzenresten eine schwarze, fein anzufühlende Masse, Schlamm, die als vorzüglicher Dünger bekannt ist.

Ist Stickstoff in der Zusammensetzung des der Entmischung unterliegenden Körpers, so tritt insbesonders die Verwandtschaft desselben zum Wasserstoffe mit ins Spiel, wodurch nebst den genannten Verbindungen auch Ammoniak erzeugt wird, welches als Träger des die Zersetzung in diesem Falle begleitenden Gestankes auftritt, wozu sich auch die beiden übelriechenden Gasarten, Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas gesellen, im Falle sich die Radicale beider in der Mischung des Körpers vorfinden, während die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Körper ohne besonders üblen Geruch diese Zerstörung erleiden. — Nur wenn sehr reichlicher Luftwechsel statt findet, wird die Ammoniakbildung verhindert und es entweicht freies Stickgas, welches, im Falle eine starke Salzbasis vorhanden ist, die Bildung von Salpetersäure bedinget. (Nach Professor Liebig ist Salpetersäure erst ein secundäres Product aus dem Ammoniak, in Folge der Einwirkung des Sauerstoffes der Luft.)

Thierische Substanzen, in deren meistens complicirterer Zusammensetzung sich gewöhnlich auch die letztgenannten drei Stoffe vorfinden, und welche häufig in größerer Masse mit Wasser durchtränkt sind, als die vegetabilischen, sind auch mehr zur Fäulniß als zur Verwesung geneigt. Weiche thierische Theile verjauchen hiebei, d. i. sie liefern eine mißfarbige, stinkende Jauche. Cadaver platzen, werden breiartig und dienen Millionen von Gewürmen zur Nahrung, während die obgenannten Gasarten, nebst noch anderen, der Gesundheit nachtheiligen, nicht hinlänglich genau gekannten Effluvien, Miasmen, die Atmosphäre in der Nähe des faulenden Körpers mit unerträglichem Gestanke erfüllen, bis endlich nach deutlich erkennbaren Perioden, wo aus den entstandenen Zersetzungsproducten immer neue hervorgehen, die ganze Masse zu einem trockenen braunen Rückstand wird, Moderstoff mit Leichenfett und andern Thierstoffen, welche zu schnell trockneten, als daß sie völlig hätten zerstört werden können, und deren endliche Umwandlung in unorganische Verbindungen sodann nur langsam, auf Kosten von Luft und Feuchtigkeit, periodenweise von der Wärme verzögert oder beschleunigt, vor sich gehet.

Unter besondern Umständen verwandeln sich thierische Stoffe in feuchter Erde und unter Wasser in eine seifenartige Substanz, Fettwachs, Leichenfett. Es scheint, daß das durch Zersetzung der stickstoffhaltigen Materie entstandene Ammoniak, Veranlassung zur Bildung der im Fettwachse vorhandenen Fettsäuren aus dem Fett und andern thierischen Theilen, gegeben habe.

Eine besonders eigens modificirte Art von entmischender Zersetzung ist diejenige, welche vegetabilische Massen, wahrscheinlich durch gewaltsame Katastrophen mit Erde überschüttet, bei fast vollkommenem Ausschlusse von Luft und Mangel an Wasser erlitten haben; es ist dieses diejenige Zersetzung, wodurch sich Steinöhl, Erdpech, Bernstein u. dgl. gebildet haben und Braunkohle, noch mit der Textur des Holzes, Schwarzkohle, wahrscheinlich aus älterer Periode stammend, als Ueberreste der vergangenen Vegetation geblieben sind. Auch das Vorfinden von Kohlenwasserstoffgas (Grubengas), das beim Abbau von Steinkohlenflötzen aus den eröffneten Klüften und Spalten vermöge des Druckes, unter dem es sich in unterirdischen Räumen angesammelt hat, hervorströmt, findet ebenfalls hierin seine Erklärung.

Ein Hauptproduct dieses Entmischungsprocesses vegetabilischer Stoffe ist der Humus. Bei der Umwandlung der Pflanzenstoffe in Humus bildet sich eine in Wasser schwer, in Kalilauge leicht lösliche Substanz, welche mit dem Absatz der vegetabilischen Extracte sehr große Aehnlichkeit hat, Moder, Moderstoff, auch Humussäure. Nebstbei enthält der Humus einen in Wasser löslichen Stoff, Humusextract, und eine ganz unlösliche, kohleartige Materie, Humuskohle.

Humusextract geht durch allmäliche Einwirkung der atmosphärischen Luft in Moderstoff über, was auch mit der Humuskohle durch längere Einwirkung von Luft und Wasser der Fall ist. — Moderstoff kann aus der Auflösung in Kali durch Salzsäure abgeschieden werden; er verbindet sich mit Basen, erscheint daher auch in Form humussaurer Salze in dem Humusextracte, indem er in den Salzen mit vegetabilischer Säure, wie sie in den Pflanzen enthalten sind, nach Entmischung der Säure (in Kohlensäure und Wasser) an deren Stelle tritt. — Diese Humussubstanzen erhält man auch auf künstlichem Wege, durch Einwirkung chemischer Agentien auf organische Körper mit brauner oder schwarzer Farbe, wonach sie Ulmin u. Ulminsäure, Humin u. Huminsäure genannt werden.

Humus ist der wesentlichste Bestandtheil der fruchtbaren Ackererde (Dammerde). Diese, ein Gemenge der obersten Erdschichte mit Humus, der die hygroskopischen Eigenschaften im vorzüglichen Maße besitzt, erlangt durch denselben die Eigenschaft, bis zu ³/₄ ihres Gewichtes Wasser enthalten zu können, ohne naß auszusehen, dasselbe fest zurückzubehalten und nach

vorausgegangener Austrocknung wieder schnell aus der Atmosphäre zu condensiren, was für das Pflanzenleben von äußerster Wichtigkeit ist. — Die Fruchtbarkeit der Ackererde hängt von der Reichhaltigkeit derselben an Humus ab. Die Eigenschaft der Humuskohle, in längerer Berührung mit Luft und Wasser in Humussäure überzugehen, in welche sich auch der Humusextract verwandelt, macht, daß alle Bestandtheile des Humus an der Ernährung der Pflanzen Theil nehmen, während wahrscheinlich nur die Auflösung der Humussäure und deren Salze dasjenige ist, was von den Wurzelfasern unmittelbar aufgesogen wird. Hierin mag auch der Nutzen liegen, welcher durch die Bearbeitung der Ackererde gewonnen wird, wenn sie, durch Pflügen aufgelockert, frei von Vegetation, der Einwirkung der Luft ausgesetzt bleibt.

Der Humus wird zwar durch das Leben der Pflanzen allmälich vermindert, aber eben so bei der alljährlich zu Ende gehenden Vegetation ersetzt, so daß immer Humus mit andern, in der Zersetzungsperiode noch nicht so weit vorgeschrittenen Producten der Fäulniß und selbst mit Pflanzenresten in unveränderter Gestalt gemengt, für die künftigen Vegetationen vorhanden ist. Werden aber, wie es bei der Ackererde der Fall ist, die darauf gewachsenen Pflanzen hinweggenommen, so wird die Dammerde humusarm, woraus die Nothwendigkeit folgt, dieselbe mit Pflanzen- und Thierüberresten zu düngen, wodurch das ersetzt wird, was für frühere Vegetationen verwendet wurde. Man wendet außerdem zum Düngen auch Kalk, Asche, Gips an; diese Stoffe können nur in so ferne als Düngmittel betrachtet werden, als sie mit dem Moder oder der Humussäure Verbindungen eingehen, welche von den Pflanzen als Nahrungsmittel aufgenommen werden und die Humuskohle disponiren, sich schneller in Moder umzuändern. Ist aber der Boden an Humus erschöpft, so dürfte wohl das Düngen mit organischen Ueberresten nicht entbehrt werden, was aus dem Obigen zur Genüge erhellet.

Auf diese Weise werden von der Natur selbst alle Ueberreste organischer Wesen zerstört und die Bestandtheile derselben wieder in jenen Zustand versetzt, in welchem sie zur Bildung und Entwicklung der nachkommenden Generationen verwendet werden.

Register.

Da die Verbindungen der ersten Ordnung, Oxyde, Chloride u. s. w. in unmittelbarem Zusammenhange mit ihren Radicalen abgehandelt wurden, und daher leicht bei letzteren aufgesucht werden können, so sind die denselben vermöge chemischer Nomenclatur zukommenden Benennungen in dem folgenden Register nicht eingereihet worden; dasselbe gilt auch von den (Sauerstoff- und Wasserstoff-) Säuren, so wie von den Salzen. Populäre Namen hingegen, wie sie für viele dieser Verbindungen üblich sind, können in demselben nachgeschlagen werden, und zwar insbesondere die der letzteren unter der allgemeinen Benennung, Säuren oder Salze, wenn deren Endsilben es gestatten.

Die beigesetzten Zahlen sind Seitenzahlen.

Berichtigungen.

Seite 8 Zeile 6, 5, 4 von unten statt 88.97, 11.13, 60, lese man 89, 11, 59
» 11 » 6 v. u. st. unorganischen l. m. organischen
» 39 » letzte st. 272 l. m. 27.2
» 40 » 4 von oben st. 18.7 l. m. 1.87
» 47 » 15 v. u. st. Zinnoxydul l. m. schwefelsaures Zinnoxydul
» 90 » 7 » o. » letztere l. m. letzteres
» 90 » 5 » u. » Schwefelsäure l. m. Salpetersäure
» 95 » letzte » CO l. m. CaO
» 157 » 17 v. o. » Uran l. m. Titan
» 189 » 9 » u. » nicht weiße l. m. nicht dichte weiße
» 205 » 4 » o. » 2fach chlorigsaures l. m. 2fach kohlensaures
» 213 » 14 » u. » $\dot{N}a\ddot{C}$ l. m. $\dot{N}a\ddot{C}^2$
» 214 » 3 » » » kommt l. m. Borax, kommt
» 221 » 21 » o. » dem l. m. nebst dem
» 263 » 21 » » » 50 l. m. 5
» 268 » 7 » o. » gebraucht l. m. gebracht
» 281 » 5 » u. » 2¼ Loth l. m. 3¼ Loth
» 289 » 7 » o. » seinen Sauerstoff l. m. den Sauerstoff, mit dem es verbunden war,
» 292 » 3 » u. » um l. m. und
» 327 » 32 Hier ist hinzuzusetzen: In diesem Sinne beträgt die Dichte des Pulvers 2.4 bis 2.56, während die vorigen Angaben gleich sind mit 0.91 bis 0.96
» 328 » 8 v. u. st. Salpeter l. m. Schwefel
» 330 » 20 » o. » gelöst und l. m. gelöst, mit reiner Salpetersäure neutralisirt und
» 331 » 6 » » » ein jeder Grad ½ Procent l. m. 0.1 Grad 2 Procent
» 332 » 7 » » » kann daher auch l. m. kann auch
» 392 » 3 » u. » Zink l. m. Kupfer
» 444 » 9 » o. » Au l. m. Äu
» 469 » 22 » » » Gases l. m. Glases
» 493 u. 495. » Fig. 44 l. m. Fig. 41
» 493 Zeile 2 » » » Boden l. m. Kolben
» 514 » 24 » » » Fig. 43, 44, 45 l. m. Fig. 44, 45, 46
» 553 u. 554 » Fig. 72, 73, 74 l. m. Fig. 73, 74, 75.

Taf: I.

Fig: 2.

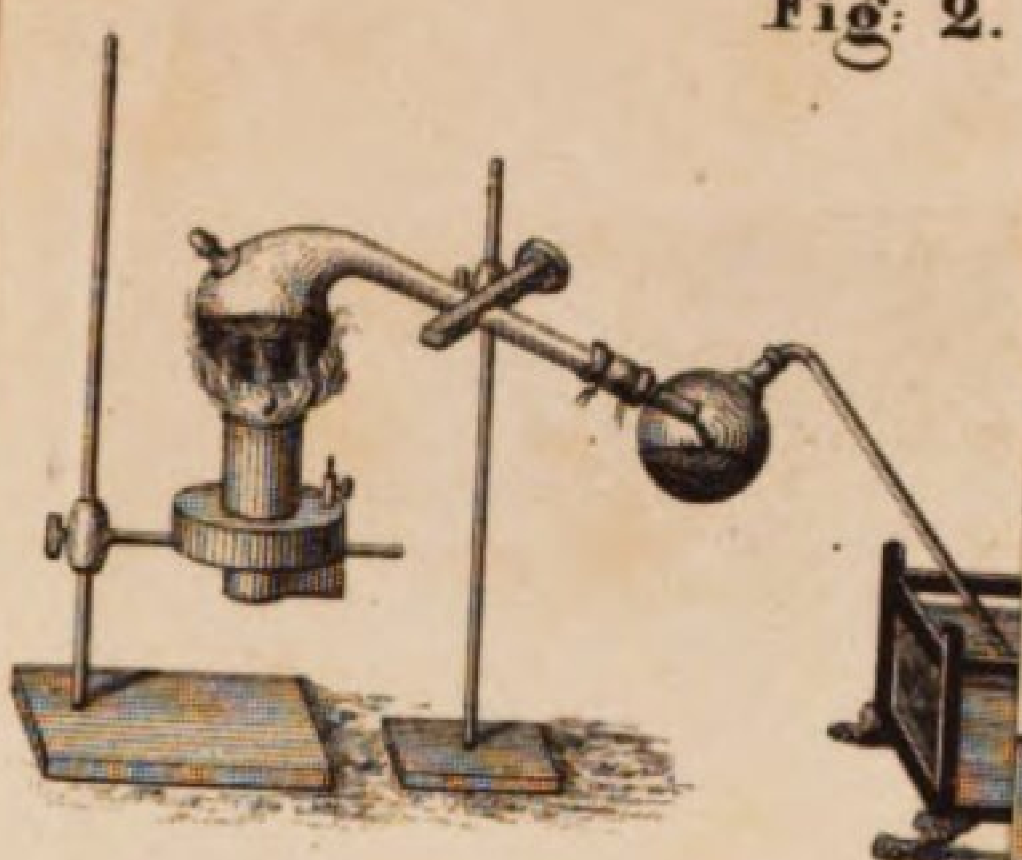


Fig: 19.

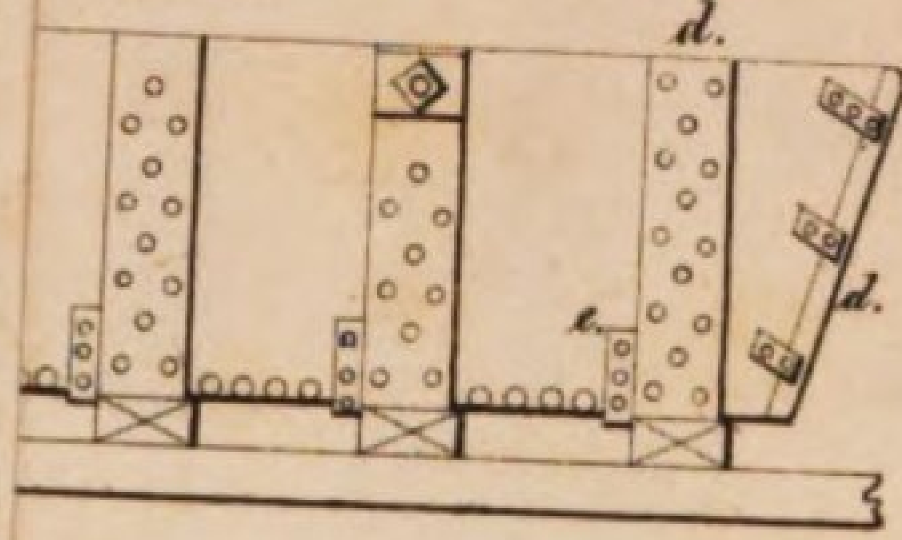


Fig: 16.

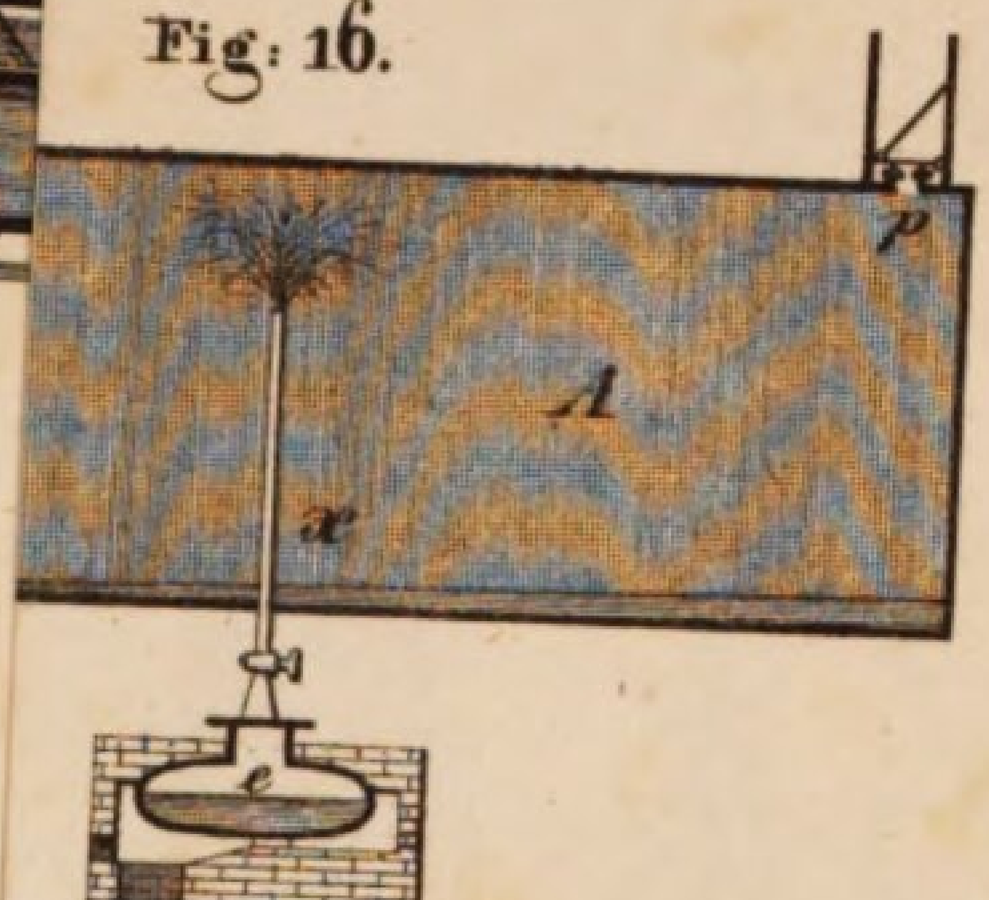


Fig: 5.

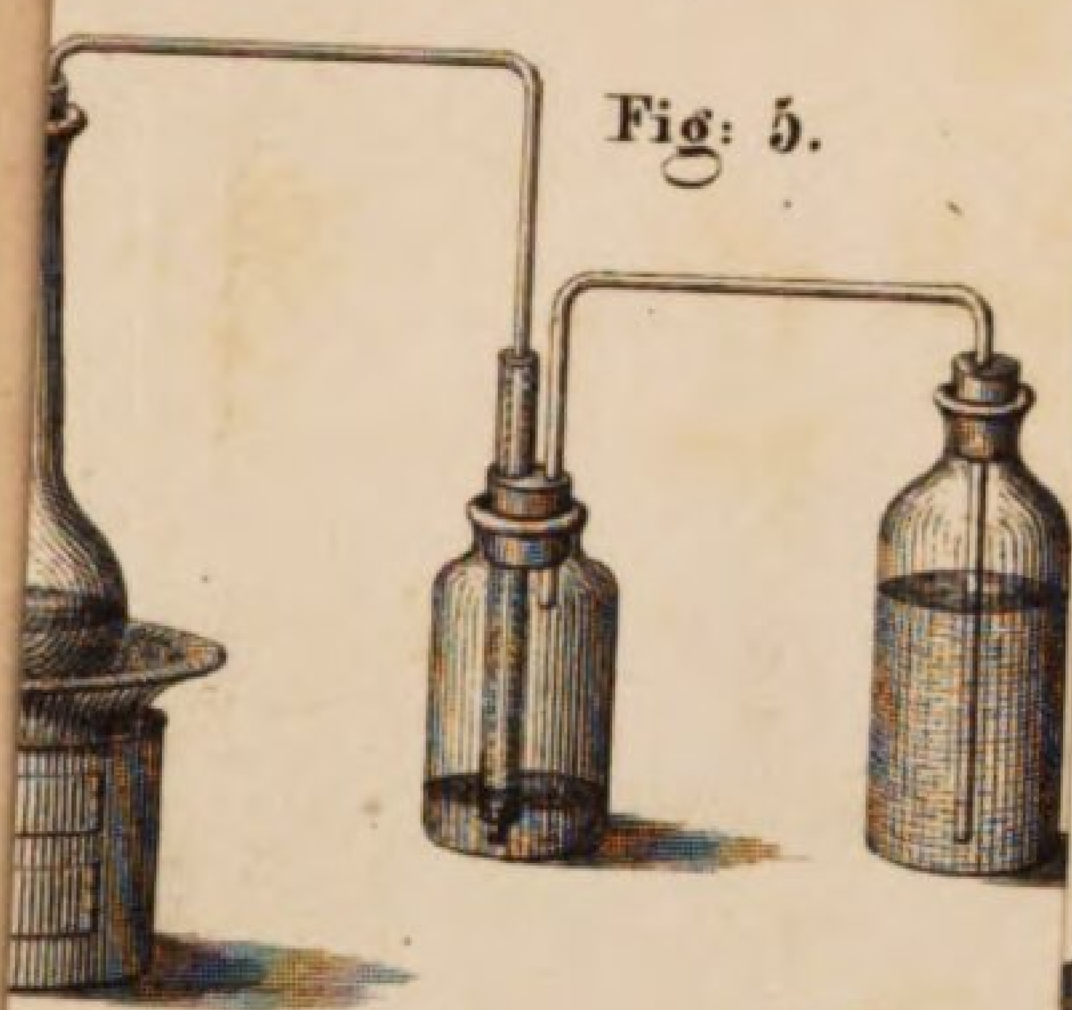


Fig: 15.



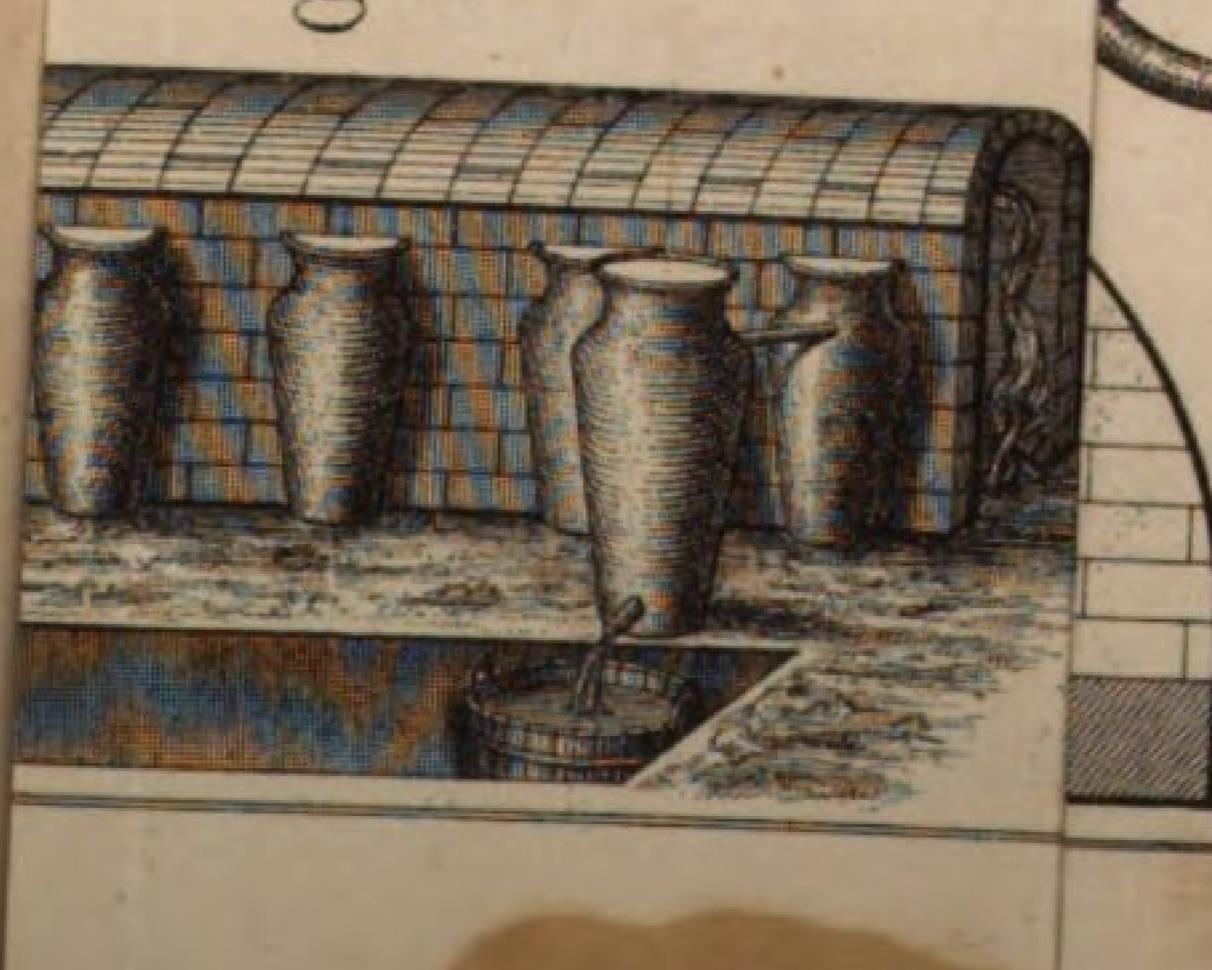
Fig: 10.



Fig: 17.



Fig: 11.



Lith: von J. Pinsker Oberfiohr. A. 1844.

Taf: II.

Fig: 29

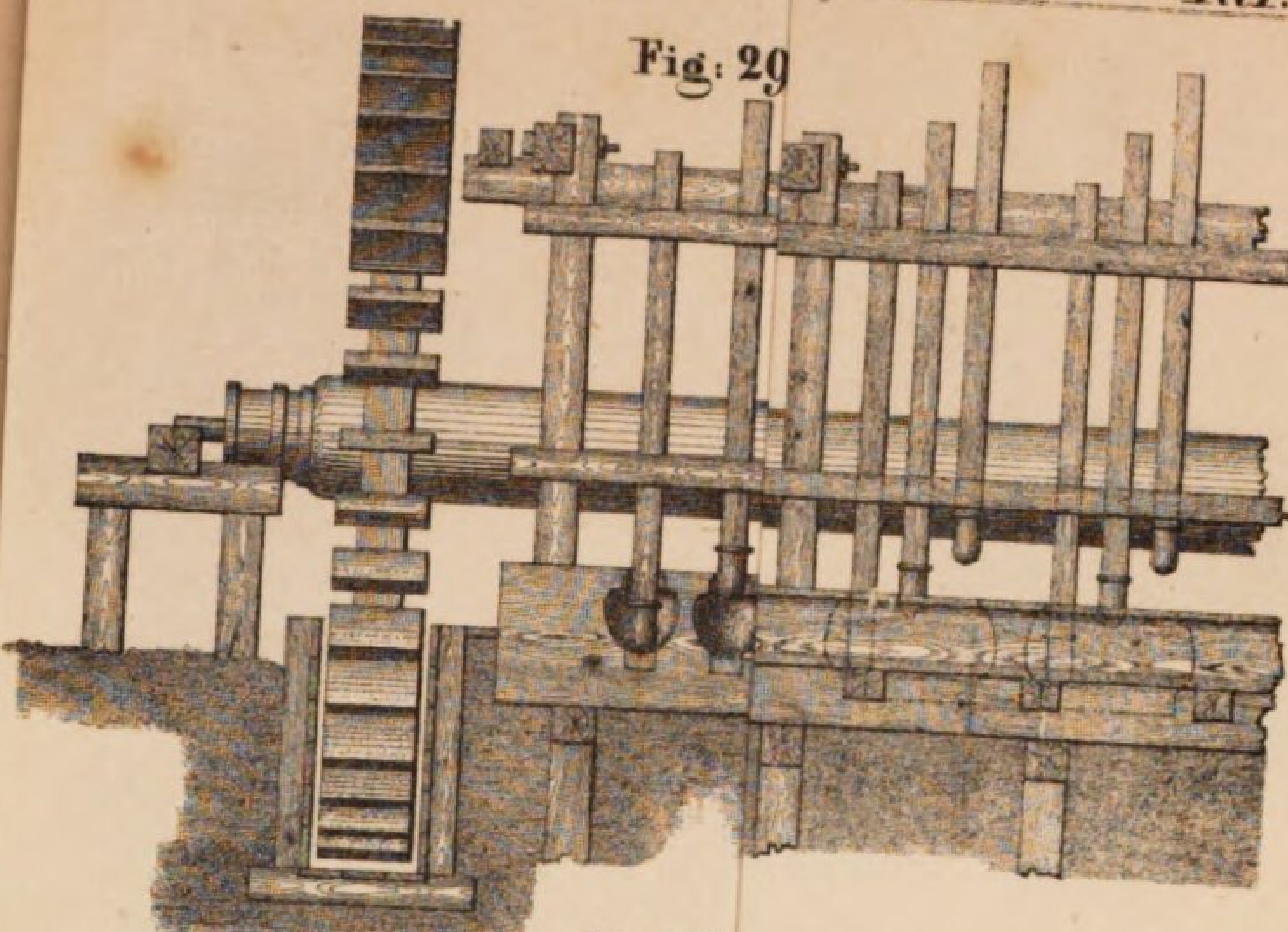
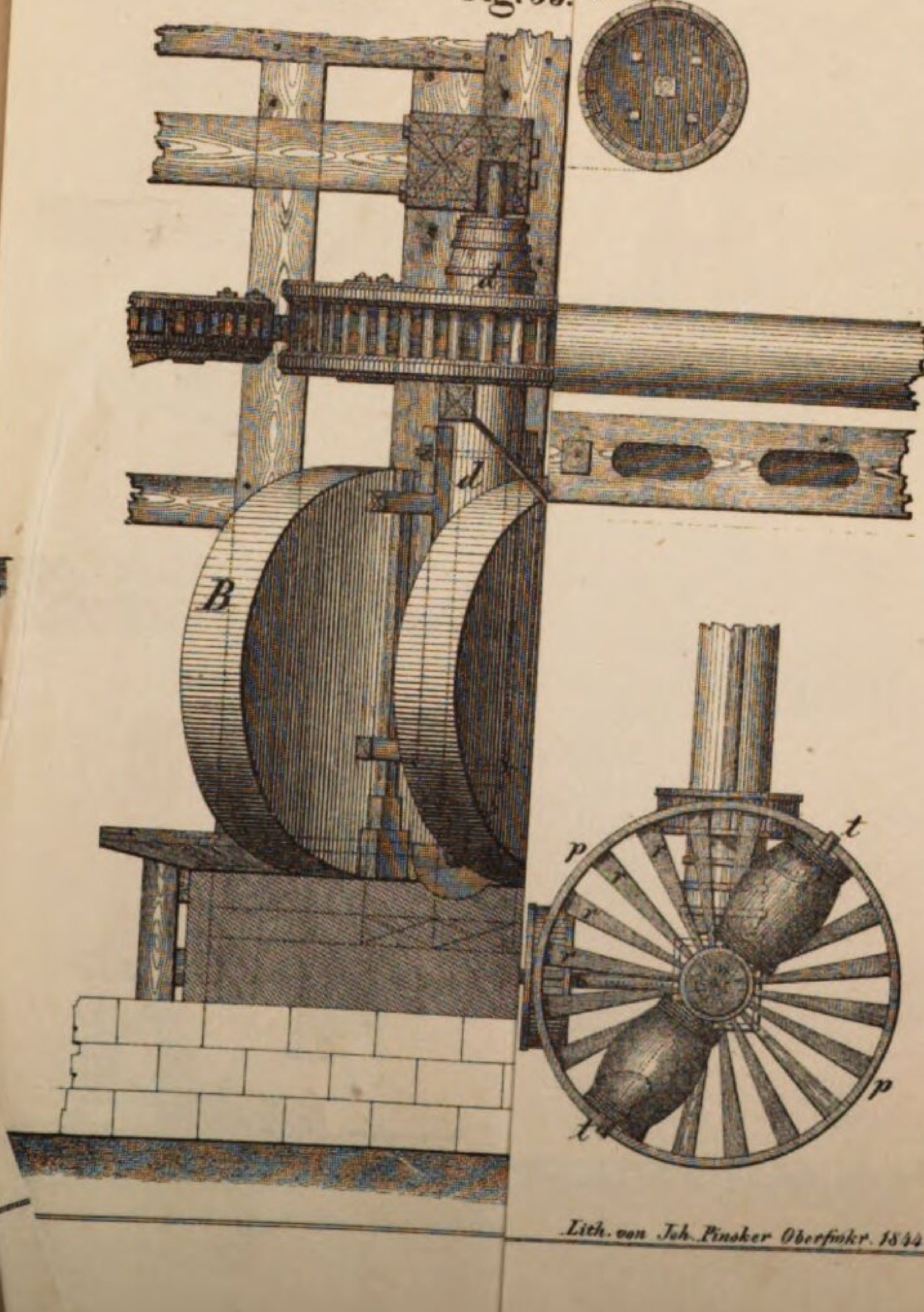
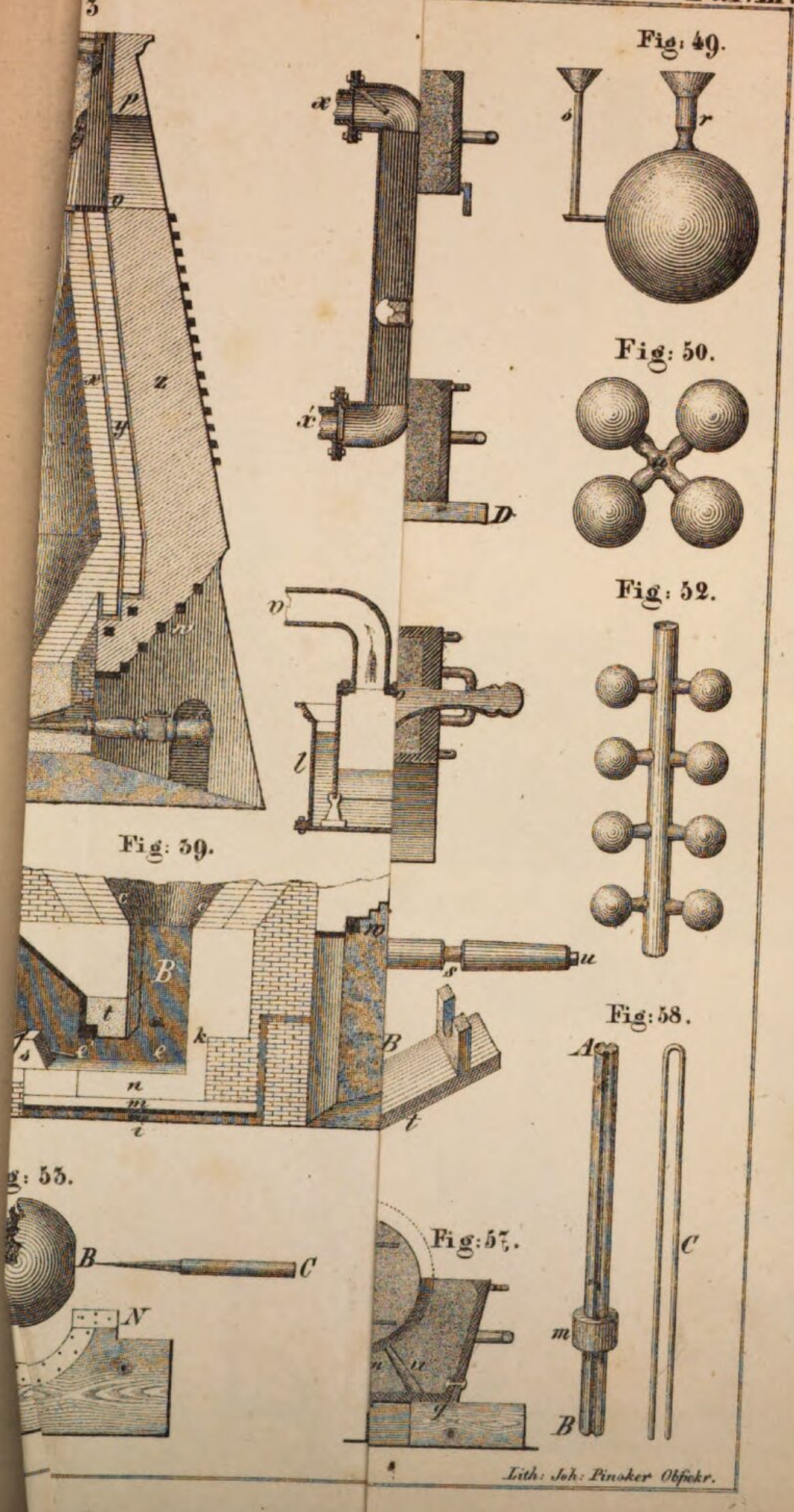


Fig: 33.

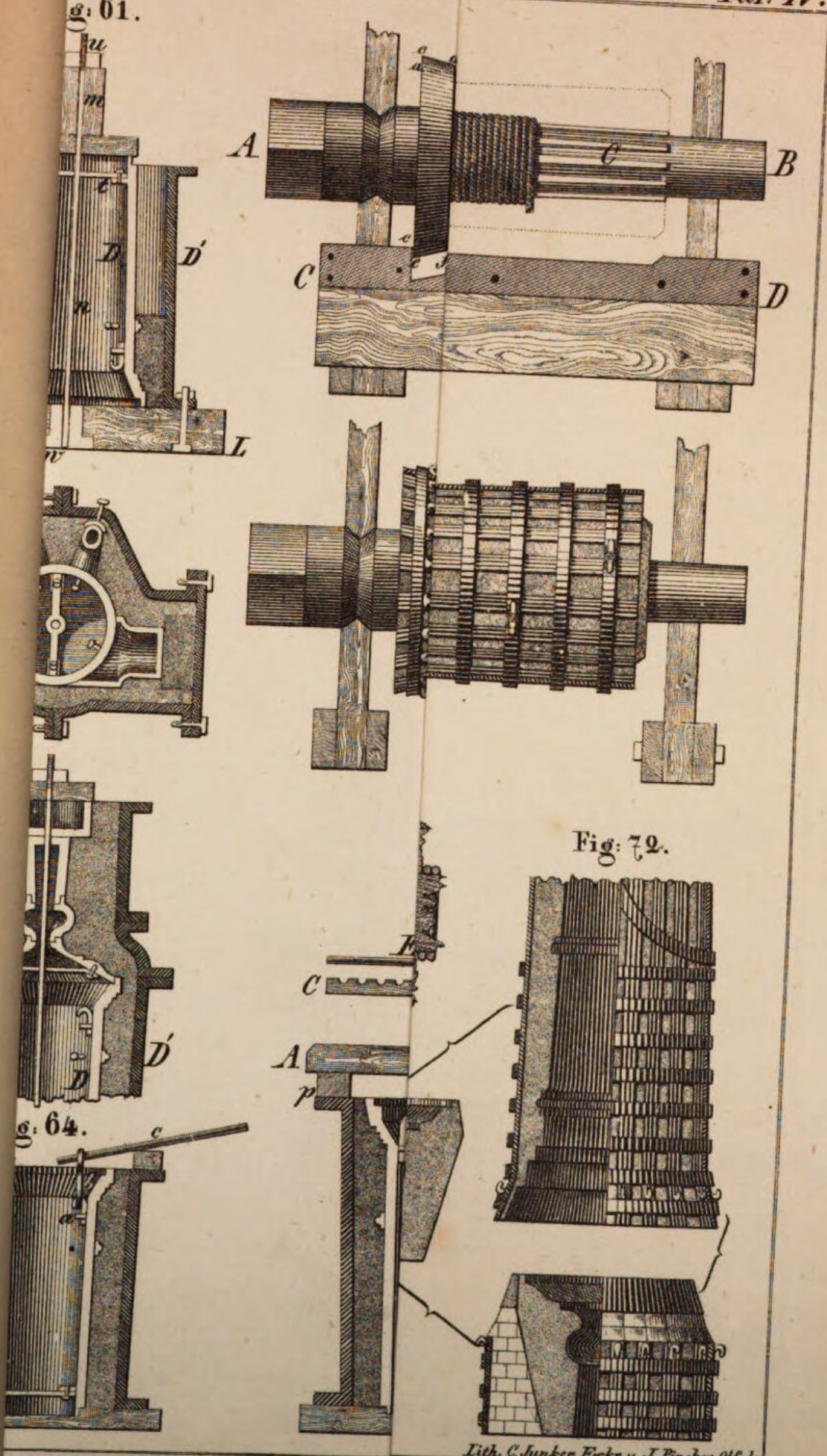


Lith. von Joh. Pinsker Oberfaktr. 1844

Taf. III.


3
Fig: 49.
Fig: 50.
Fig: 52.
Fig: 39.
Fig: 58.
g: 53.
Fig: 57.
Lith: Joh: Pinsker Obfekr.

Taf: IV.


g: 61.
u
m
t
D
D′
n
L
w
A
B
C
D
Fig: 72.
C
A
p
D′
D
g: 64.
c
a
Lith. C. Junker Fckr. u. J. Pincker Obfckr.

Taf: V.

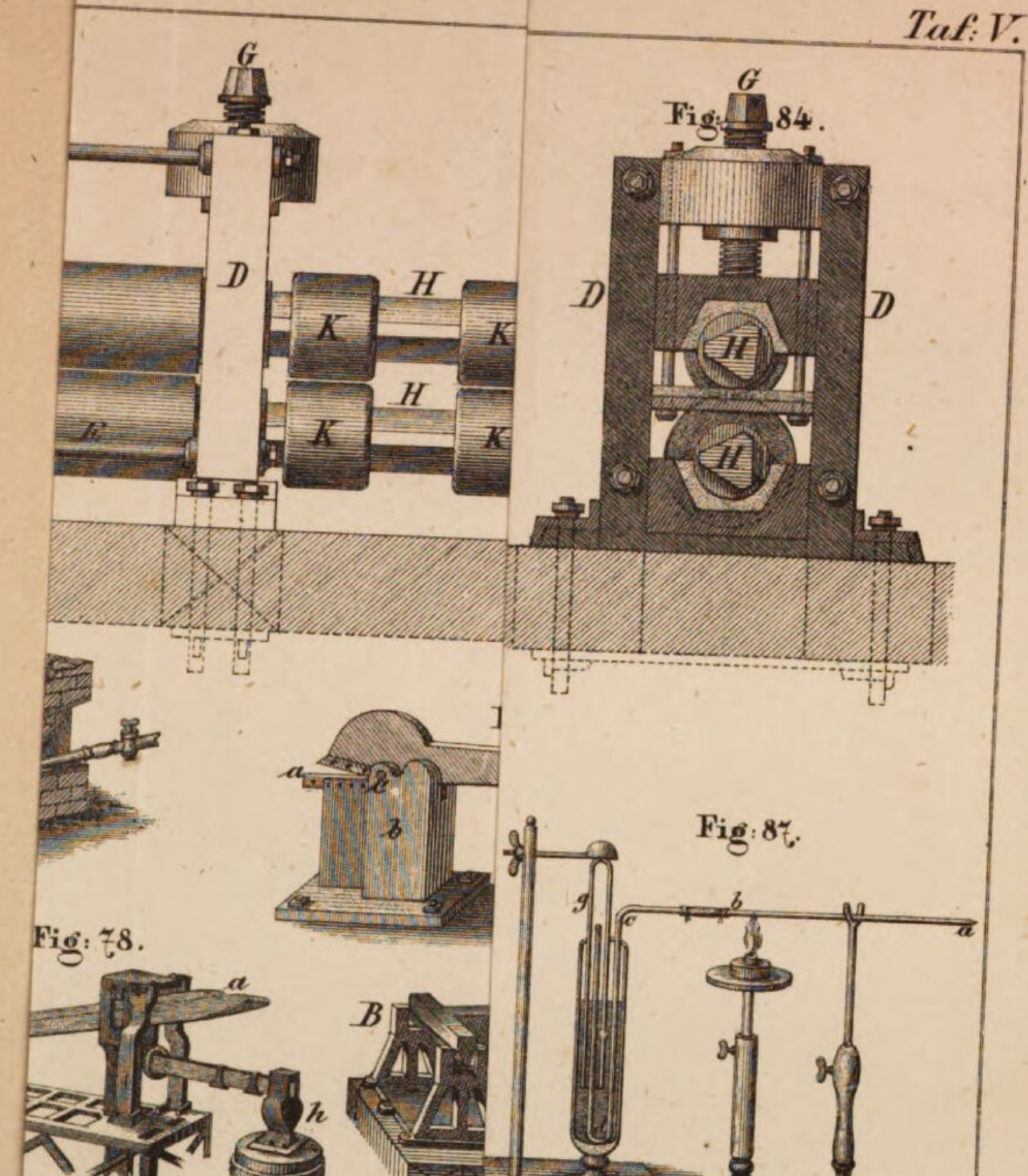


Fig: 84.
G
D
H
K
Fig: 87.
g
c
b
a
Fig: 78.
a
h
B
g: 80.
D
g: 89.
c
b
A
Lith: Joh. Pinoker Oberfwkr 1845.

Lehrbuch

der

Militär-Chemie,

als Leitfaden

für die Vorlesungen im k. k. Bombardier-Corps,

von

J. Scherzer,

Oberlieutenant und Lehrer der Physik und Chemie im k. k. Bombardier-Corps.

[redacted]

1845.

Wien.

1 Kupf. Taf. ölfleckig L.

Zettler

1 Kupf. Tafel ölfleckig L.

Zettler

1 Kupf Tafel ölfleckig L.

Zettler

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Scherzer, Jos.

Lehrbuch der Militär-Chemie, als Leitfaden für die Vorlesungen im k. k. Bombardier-Corps Mit 5 lithograph Tafeln

Wien 1854

Chem. 278 e
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10073746-7